
Media Interactivos

Apontamentos da cadeira de
Pesquisa e Tratamento de Informação

Luís Manuel Borges Gouveia

Universidade Fernando Pessoa

- Julho de 1998 -

Apontamentos de media interactivos

Luís Manuel Borges Gouveia

Versão 2.0 - Julho de 98

HISTÓRIA DO DOCUMENTO

Versão 1.0: concluída em Março de 1998 como apontamentos de suporte da cadeira semestral, Pesquisa e Tratamento de Informação, que se leccionava pela primeira vez, no curso de Engenharia da Comunicação, 3º ano, ramo de Sistemas de Informação. O texto é uma versão adaptada em estrutura e conteúdo do livro: *Rada, Roy. (1995). Interactive Media. Springer-Verlag*. A maioria das figuras utilizadas tem origem neste livro.

Versão 2.0: texto revisto em Julho de 1998, adicionando os índices de assuntos e de figuras. Foram igualmente reescritas porções consideráveis do texto, com o objectivo de o tornar mais fácil de ler. Qualquer sugestão ou comentário pode ser encaminhada para o email *lmbg@ufp.pt*

Apontamentos de media interactivos

Luís Manuel Borges Gouveia

Versão 2.0 - Julho de 98

ÍNDICE DE ASSUNTOS

INTRODUÇÃO AOS MEDIA INTERACTIVOS	1
1.1 O HIPERMÉDIA, O GROUPWARE E AS REDES	1
1.2 O INDIVÍDUO, O GRUPO E A ORGANIZAÇÃO	2
1.3 COMUNICAÇÃO, INFORMAÇÃO E MEDIA	4
1.4 PESSOAS E TECNOLOGIA	8
1. O INDIVÍDUO E O HIPERMÉDIA	12
2.1 INTERACÇÃO HOMEM MÁQUINA	12
2.1.1 <i>Ser humano, computador e ambiente</i>	12
2.1.2 <i>Acesso à Informação</i>	14
2.1.3 <i>Criação de informação</i>	15
2.1.3.1 <i>Entrada de informação</i>	15
2.1.3.2 <i>O cognitivo e as actividades do ciclo de vida da informação</i>	17
2.1.4 <i>Facilidade de uso (Usability)</i>	20
2.1.5 <i>Conclusão</i>	21
2.2 HIPERTEXTO	22
2.2.1 <i>Arquitectura</i>	23
2.2.1.1 <i>Nodos e ligações</i>	23
2.2.1.2 <i>Modelos semânticos</i>	25
2.2.1.3 <i>Texto e hipertexto</i>	26
2.2.2 <i>Interfaces</i>	28
2.2.2.1 <i>Interface de navegação</i>	28
2.2.2.2 <i>Interface de recuperação</i>	30
2.2.3 <i>Sistemas de autoria</i>	33
2.2.4 <i>O sistema MUCH</i>	35
2.2.5 <i>Educação</i>	38
2.2.5.1 <i>Instruções de ramificação</i>	38
2.2.5.2 <i>Simulação</i>	41
2.2.5.3 <i>Patologia</i>	43
2.2.6 <i>Engenharia de software</i>	45
2.2.6.1 <i>Manuais de software</i>	45
2.2.6.2 <i>Sistemas de suporte à Engenharia de Software</i>	47
2.2.6.3 <i>HyperCASE</i>	49
2.2.7 <i>Conclusão</i>	51
2.3 MULTIMÉDIA	53
2.3.1 <i>As vistas</i>	53
2.3.2 <i>O tempo</i>	55
2.3.3 <i>A compressão de dados</i>	58
2.3.4 <i>O vídeo</i>	60
2.3.4.1 <i>A norma MPEG</i>	60
2.3.4.2 <i>Apoio de Software vídeo</i>	61
2.3.4.3 <i>Audio Video Kernel</i>	63
2.3.4.4 <i>Hardware de DVI vídeo</i>	65
2.3.4.5 <i>Televisão de alta definição</i>	67
2.3.5 <i>O audio</i>	68
2.3.6 <i>Discos compactos</i>	71
2.3.6.1 <i>História</i>	72
2.3.6.2 <i>Padrões de codificação</i>	72
2.3.6.3 <i>Sistemas específicos de discos compactos</i>	73
2.3.7 <i>Multimédia Computadores Pessoais</i>	75
2.3.8 <i>Conclusão</i>	77

2.4 HIPERMEDIA	79
2.4.1 As ligações e a temporização	79
2.4.2 Modelo de hipermedia	81
2.4.3 Um sistema de autoria	82
2.4.4 As ligações em vídeo.....	84
2.4.4.1 Indexamento de um filme	84
2.4.4.2 Geração automática de imagens de referência.....	85
2.4.5 Formatos, conversores e recipientes.....	86
2.4.5.1 O SGML.....	87
2.4.5.2 O HyTime e MHEG.....	88
2.4.5.3 Conversores	90
2.4.5.4 Os recipientes (containers)	91
2.4.6 Conclusão	93
3. O GRUPO E O GROUPWARE.....	94
3.1 CONCEITOS DE GRUPO E DE GROUPWARE.....	94
3.1.1 Definições de grupo e de groupware	94
3.1.2 Coordenação e comunicação em grupos	96
3.1.2.1 A coordenação	96
3.1.2.2 A comunicação.....	98
3.1.3 Os papéis e os processos dos grupos	101
3.1.3.1 Os papéis.....	101
3.1.3.2 Os processos	104
3.1.4 Princípios de Groupware.....	105
3.1.4.1 Informação distribuída	106
3.1.4.2 Histórico de versões.....	109
3.1.4.3 O interface	109
3.1.4.4 Modelo de Dexter estendido.....	110
3.1.4.5 Espaços de trabalho (workspaces) a tempo real.....	112
3.1.4.6 Tipos de groupware	114
3.1.4.7 Partilha de informação informal	117
3.1.5 Os novos media e os grupos.....	119
3.1.5.1 Lições tiradas da história.....	119
3.1.5.2 O audio	120
3.1.5.3 O vídeo.....	121
3.1.5.4 Realidade virtual.....	122
3.1.6 Conclusão	124
3.2 APLICAÇÕES DE GROUPWARE	126
3.2.1 A colaboração na educação.....	126
3.2.1.1 Ligações hipermedia.....	126
3.2.1.2 Conferências por telefone	128
3.2.1.3 Conferências por computador.....	129
3.2.2 Autoria e publicação.....	131
3.2.2.1 Autoria em colaboração.....	131
3.2.2.2 Informação baseada em assuntos	132
3.2.2.3 Gestão de publicações	134
3.2.3 Inspeção de software.....	135
3.2.3.1 Inspeção de código no ciclo de vida do software.....	135
3.2.3.2 Reuniões de inspeção de código	136
3.2.4 O sistema MUCH.....	139
3.2.4.1 Informação de grupo.....	139
3.2.4.2 A avaliação pontual.....	140
3.2.4.3 A escrita de textos de suporte para estudantes	142
3.2.5 Tecnologia de interação a tempo real.....	143
3.2.5.1 Sistemas de espaço de trabalho partilhado.....	143
3.2.5.2 Conferência por computador	145
3.2.5.3 Suporte à tomada de decisão	147
3.2.6 Conclusão	150

4. A ORGANIZAÇÃO E AS REDES	153
4.1 AMBIENTES ORGANIZACIONAIS	154
4.2 ESTRUTURA ORGANIZACIONAL	155
4.2.1 <i>A organização em rede</i>	155
4.2.2 <i>A organização hierárquica</i>	156
4.2.3 <i>A organização em matriz e a federação</i>	157
4.3 A COMUNICAÇÃO ORGANIZACIONAL	158
4.3.1 <i>Custos da comunicação</i>	158
4.3.2 <i>O controlo na organização</i>	159
4.4 MODELOS DE ORGANIZAÇÃO	161
4.4.1 <i>Um modelo orientado a objectos</i>	161
4.4.2 <i>Um exemplo</i>	162
4.4.3 <i>Suporte de coordenação</i>	164
4.5 A INOVAÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES	166
4.5.1 <i>Modelos lineares versus modelos interactivos</i>	166
4.5.2 <i>O caso da Xerox</i>	166
4.5.3 <i>Transferência de tecnologia</i>	168
4.6 CONCLUSÃO	169

Apontamentos de media interactivos

Luís Manuel Borges Gouveia

Versão 2.0 - Julho de 98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: O ciclo de vida da informação	1
Figura 1.2: Indivíduos, grupos e organizações; investigação e tecnologia.	4
Figura 1.3: A transmissão de um sinal.	5
Figura 1.4: Comunicação por apresentação versus comunicação por representação	7
Figura 1.5: Organização dos <i>media</i> em função dos sentidos humanos.	7
Figura 2.1: Modelo geral do interface homem-máquina.	13
Figura 2.2: Espaço de pesquisa tridimensional.	16
Figura 2.3: Quatro formas de entrada de dados.	17
Figura 2.4: Modelo de escrita orientado a objectivos.	19
Figura 2.5: Nodos e ligações.....	24
Figura 2.6: Modelo Dexter por camadas.	25
Figura 2.7: Exemplo de uma rede semântica	26
Figura 2.8: Travessias em largura e profundidade	28
Figura 2.9: Olho de peixe.....	29
Figura 2.10: Metáfora de viagem.....	30
Figura 2.11: Interface de recuperação para um termo com muitas ligações	31
Figura 2.12: Expansão das relações.	32
Figura 2.13: Criando uma ligação expansão das relações	35
Figura 2.14: Caixa de diálogo de travessias.	36
Figura 2.15: A janela do sistema MUCH.	37
Figura 2.16: Índice de palavras.	38
Figura 2.17: Pormenor do mapa da Universidade de Drexel	39
Figura 2.18: Detalhes associados ao mapa da Universidade de Drexel	40
Figura 2.19: Uma questão para responder verdadeiro ou falso.	41
Figura 2.20: Resultado da resposta efectuado pelo estudante	42
Figura 2.21: Fluxograma descrevendo todos os caminhos que o estudante pode percorrer.....	43
Figura 2.22: A navegação entre documentos de software	50
Figura 2.23: O <i>Andrew Toolkit</i> . Um documento com menus de edição de imagem.	54
Figura 2.24: Um conjunto interno <i>Andrew</i>	56
Figura 2.25: Serviço noticioso e temporização.	57
Figura 2.26: Relações entre dois intervalos de tempo.....	57
Figura 2.27: Rede de Petri.	58
Figura 2.28: <i>Video for windows</i>	61
Figura 2.29: <i>Video for windows evidenciando distorções e o efeito de bloco, descrito no texto</i>	62
Figura 2.30: Arquitectura AVK	65
Figura 2.31: Tratamento do audio em computador.	69
Figura 2.32: Múltiplos formatos	78
Figura 2.33: Hipertexto, multimédia e hipermedia.	80
Figura 2.34: Esquema da hierarquia do <i>CMIFed</i>	83
Figura 2.35: Vista paralela do <i>CMIFed</i>	84
Figura 2.36: Conversores.	90
Figura 2.37: Conversor.	91
Figura 3.1: Ciclo de comunicação.....	96
Figura 3.2: Componentes da coordenação e processos associados.	97
Figura 3.3: Interdependências.	97
Figura 3.4: Processos relacionados com a coordenação.....	98
Figura 3.5: As duas dimensões da comunicação.	99
Figura 3.6: Conversação para estrutura de acção.....	100
Figura 3.7: Três padrões básicos da comunicação entre os elementos de um grupo.....	101
Figura 3.8: Fases do desenvolvimento de um grupo.	105
Figura 3.9: Solução centralizada.	107

Figura 3.10: Arquitectura replicada.	107
Figura 3.11: Dexter groupware.	111
Figura 3.12: <i>Shared Alternate Reality Kit</i>	113
Figura 3.13: Túnel de vídeo.	114
Figura 3.14: Dimensões de espaço e tempo do trabalho em grupo.	115
Figura 3.15: Tipos de nodos e ligações numa discussão.	133
Figura 3.16: O interface <i>IBIS</i>	134
Figura 3.17: Janela de informação do nodo.	139
Figura 3.18: O autor e data de criação dos nodos é listada junto ao nome do nodo.	140
Figura 3.19: Tabela de créditos de selecção.	141
Figura 3.20: Janela de avaliação.	142
Figura 3.21: Padrão de utilização do <i>GroupSystems</i>	148
Figura 3.22: O sistema <i>Colab</i>	149

1. Introdução aos media interactivos

As pessoas necessitam de informação acerca do seu ambiente de trabalho, de modo a saberem como reagir (interagir nesse meio ambiente) e identificar, pelas consequências da sua acção, o que podem partilhar com outras pessoas. Desta forma, é natural que cada um de nós pretenda o recurso a tecnologias que suportem o conhecimento e a sua partilha. E para quê? Para auxílio no armazenamento, processamento e produção de informação (Figura 1.1). As tecnologias de informação - T.I. - constituem um importante auxiliar humano para as actividades referidas. Em particular, as T.I. emergentes oferecem oportunidades de grande potencial para indivíduos, grupos e organizações, facilitando o armazenamento, o processamento e a produção de informação. Constituem igualmente factores de diferenciação não negligenciáveis quer em função do valor acrescentado, quer da produtividade.

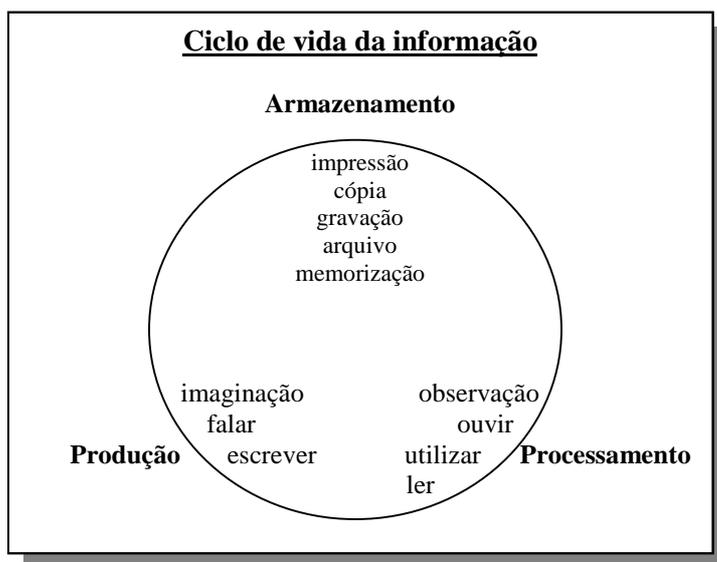


Figura 1.1: O ciclo de vida da informação: consiste na produção, armazenamento e processamento de informação. As pessoas produzem informação através da sua imaginação, falando ou escrevendo. A informação pode ser armazenada por impressão, cópia, gravação, arquivo ou memorização. As pessoas processam informação visualizando-a, ouvindo, lendo ou, então, simplesmente procedendo à sua utilização.

1.1 O hipermédia, o groupware e as redes

Os *media* surgem de variadas maneiras. Ainda recentemente, os computadores eram apenas capazes de tratar de um modo eficiente caracteres alfanuméricos. Os

desenvolvimentos nas tecnologias de informação possibilitaram, entretanto, a manipulação de outros *media*, particularmente imagens e som.

Desta forma, os computadores podem ser utilizados para armazenar, manipular e transmitir informação. A sincronização de diferentes *media* dá origem ao conceito do multimédia. O hipermédia é o resultado do multimédia com a adição de duas características: ligações entre os seus componentes e um mecanismo para navegação entre essas ligações. O hipermédia possui um papel determinante na comunicação pois possibilita o fornecimento de sentido aos, de outra forma, segmentos isolados dos diversos *media*. Os diferentes segmentos de *media* são designados por componentes. Além do sentido (razão de ser) que lhe é fornecido, também é conseguido um enquadramento através de uma estrutura conceptual, normalmente denominado por contexto.

A tecnologia de software de grupo - groupware - foi desenvolvida nos últimos anos de forma a dar suporte ao trabalho de um conjunto de pessoas. O groupware foi projectado para potenciar computadores e redes e possibilitar a grupos de profissionais o tipo de ganhos de produtividade que os utilizadores individuais já conseguem com sistemas para um só utilizador, de que os processadores de texto e as folhas de cálculo são exemplo. Apesar de o groupware incluir, de algum modo, as tradicionais bases de dados e/ou sistemas operativos, a tecnologia designada por groupware actualmente em desenvolvimento, procura suportar a comunicação pessoa a pessoa, comunicação essa que é caracterizada por ser rica em informação. A comunicação pode ser sincronizada no tempo e no espaço, criando um conjunto de quatro sequências diferentes, designadas por matriz de espaço/tempo.

1.2 O indivíduo, o grupo e a organização

O facto de se considerar o hipermédia, o groupware e as redes a três níveis (indivíduo, grupo e organização), justifica-se por cada um dos níveis apresentados possuir problemas e necessidades diferentes que tem de ser consideradas no projecto e implementação de ferramentas que aproveitem de modo eficaz essas tecnologias. Estes problemas centram-se no modo como a informação é usada ou, mais precisamente, como é acedida, criada, comunicada e novamente re-utilizada.

Quando um indivíduo se torna consciente que não sabe algo que lhe pode ser útil conhecer, este indivíduo definiu, para si, uma necessidade de informação. Dada esta necessidade, o primeiro passo é verificar se a informação associada a essa necessidade existe. Se a informação existe, o próximo passo é obter essa informação. Assim que a informação for obtida, o indivíduo deve ser capaz de a entender.

No entanto, este processo aparentemente directo pode ser, de facto, extremamente tortuoso e demorado. Existem muitas barreiras entre indivíduos e a informação relevante; o que pode significar que o tempo, o esforço e o custo financeiro envolvido na sua obtenção desencoraja grande parte dos interessados. Estas barreiras incluem aspectos como a visibilidade da informação, a contra-informação, a nomenclatura própria (técnica), entre muitos outros.

Os problemas de um indivíduo no que respeita à informação não deixam de existir quando este faz parte de um grupo, embora alguns deles possam ser diminuídos consideravelmente. Assim o indivíduo pode descobrir que outros indivíduos no grupo possuem informação valiosa que seria caro obter através de outros canais; ou então, outros membros do grupo são capazes de interpretar informação que o indivíduo tem dificuldade em entender.

No entanto, os grupos também tem problemas no uso da informação que não existem para os indivíduos isolados. Estes problemas estão centrados na questão da partilha da informação. Existem diversas soluções para estes problemas, que envolvem estruturas e protocolos de grupos. Estas estruturas e protocolos determinam o modo como a informação é disseminada dentro e fora do grupo.

Ao nível da organização, a questão é novamente a partilha de informação, mas agora muito mais complexa, uma vez que envolve a partilha de informação entre grupos, entre grupos e indivíduos e entre indivíduos que não fazem parte do mesmo grupo. Os indivíduos podem ser membros de mais de um grupo, e os requisitos de informação destes podem ser conflituosos. Igualmente, na organização, a distinção entre grupos formais e informais torna-se importante: o bom funcionamento da organização pode depender de igual modo de ambos.

A tecnologia apropriada para os indivíduos pode ser diferente da tecnologia apropriada para os grupos e para as organizações (figura 1.2). As ferramentas hipermedia tais como

os editores de vídeo e os navegadores de documentos electrónicos (*browsers*) foram concebidos para satisfazerem as necessidades e objectivo dos indivíduos. Os sistemas groupware, como os sistemas de co-autoria e os sistemas electrónicos de conferência suportam o grupo. As redes satisfazem os objectivos e necessidades de toda a organização.

A disciplina de tecnologias de informação mais relacionada com os indivíduos e o hipermédia é a Interacção Homem Máquina, (em Inglês, HCI - *Human Computer Interface*). O estudo do grupo e do groupware constituem os objectos de trabalho da comunidade designado por Trabalho Cooperativo Suportado por Computador (em Inglês, CSCW - *Computer Supported Cooperative Work*). As redes de computadores são particularmente importantes para quem se preocupa com os Sistemas de Informação para Gestão, (em Inglês, MIS - *Management Information Systems*).

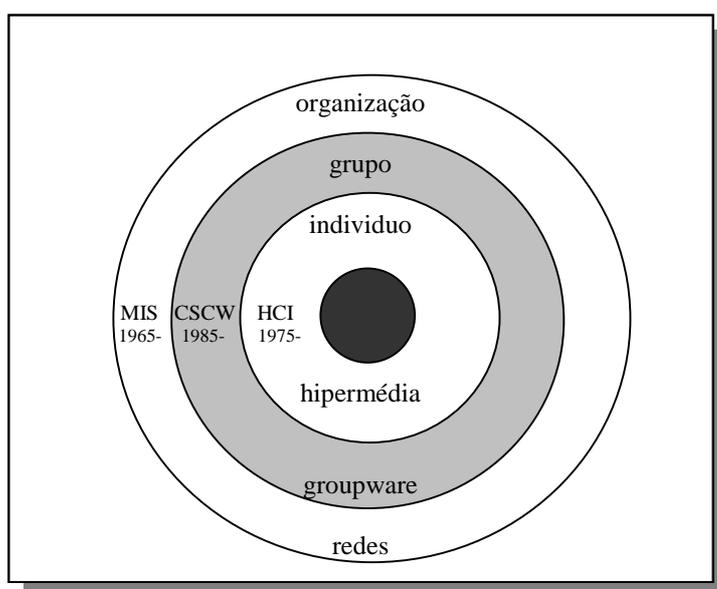


Figura 0.1: Indivíduos, grupos e organizações; investigação e tecnologia. Os Sistemas de Informação para Gestão constituem uma disciplina estabelecida desde o meio da década de 60, para o estudo do uso de tecnologias de informação na organização. A Interacção Homem-Máquina está estabelecida desde o meio da década de 70 para relacionar indivíduos e aplicações, particularmente as aplicações hipermédia. A disciplina de Trabalho Cooperativo Suportado por Computador preocupa-se com os grupos e é reconhecida desde o meio da década de 80.

1.3 Comunicação, informação e media

As teorias da comunicação procuram a obtenção de um modelo do processo de comunicação que descreva cada um dos aspectos da comunicação de um modo efectivo.

Estas teorias relacionam aspectos aparentemente tão dispersos como uma conversa, ver televisão, observar uma imagem ou ver um anúncio.

Existem duas escolas principais no estudo da comunicação. Uma das escolas vê a comunicação como a transmissão de mensagens e concentra-se na explicação de como os transmissores e receptores codificam e decodificam a mensagens; como os transmissores usam os canais e os media na comunicação. A escola - escola processual - trata a comunicação como um processo através do qual uma pessoa afecta o comportamento ou estado de espírito de outra. A segunda escola trata a comunicação como a produção e troca de significados - escola semântica.

Um sistema de comunicação formal consiste numa fonte de informação, um codificador, um canal de comunicação, uma fonte de ruído, um decodificador e o destino (figura 1.3). Uma teoria completa de comunicação dever ter em linha de conta questões (problemas) a três níveis: o nível técnico, o nível semântico e o nível de acção (de eficácia).

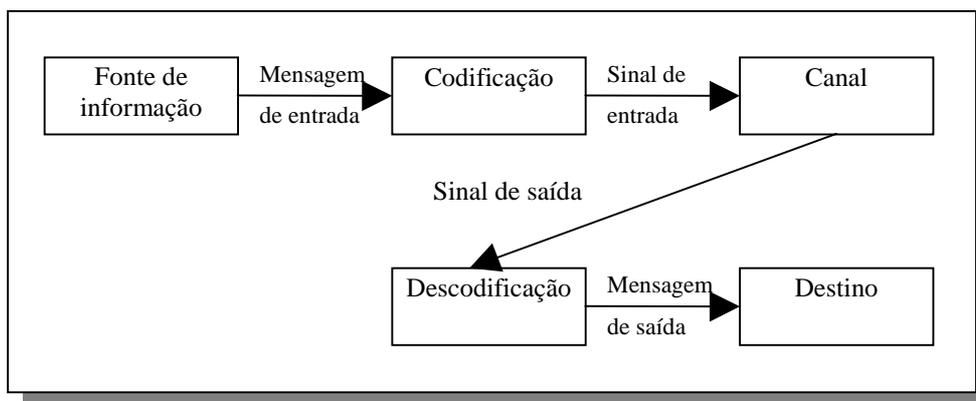


Figura 0.1: A transmissão de um sinal. Este modelo básico de comunicação apresenta a comunicação como um processo linear simples desde a fonte de informação ao destino.

O nível semântico está relacionado com o modo como os símbolos transmitidos, que codificam a mensagem, conseguem conter o significado que o emissor deseja que o destinatário entenda. Quando a mensagem é mal interpretada, a solução é melhorar a codificação da mensagem de modo a que mais do seu significado seja assimilado.

O nível de acção está relacionado com o grau de eficácia do significado da mensagem que foi recebido, existindo a preocupação de dar resposta às seguintes questões: atinge a comunicação os objectivos propostos pelo emissor? causou a acção desejada?

No modelo, a fonte é vista como o ponto de tomada de decisão. A fonte decide que mensagem enviar. O codificador transforma a mensagem num sinal que é enviado pelo canal para o decodificador. O ruído inclui tudo o que é adicionado ao sinal entre a transmissão e a recepção, e que não é pretendido pela fonte.

O ruído pode ocorrer em qualquer um dos três níveis da comunicação; desta forma, a estática num sinal rádio é considerado ruído, ao nível técnico; por exemplo, os homónimos podem provocar ruído ao nível semântico e, uma resposta impulsiva a uma mensagem, pode limitar a sua eficácia.

A ideia de que as mensagens possuem um grau de previsibilidade introduz o conceito de redundância. A redundância inclui o que é previsível ou convencional numa mensagem. A redundância ajuda a resolver as deficiências de um canal com ruído. Pode facilitar a comunicação de uma nova mensagem e pode aumentar o sucesso de uma comunicação efectuada para uma grande audiência.

Dois outros conceitos importantes em comunicação e na teoria da informação são o canal e o código. O canal é o meio físico através do qual o sinal é transmitido. O meio pode ser o sistema nervoso, as ondas de luz, as ondas sonoras, etc. Um código é um sistema de significado partilhado. Um código é feito de signos (sinais físicos que designam algo além deles próprios), e de regras e convenções que indicam o quê, e em que contexto, os signos são utilizados e como podem ser combinados para formar mensagens mais complexas. As características físicas dos canais determinam a natureza dos códigos que esses canais transmitem.

Um media é o recurso técnico ou físico de conversão de uma mensagem num sinal, capaz de ser transmitido através de um canal. As fontes de informação podem usar um media de apresentação ou de representação para codificar a mensagem. Alternativamente, uma mensagem num meio de apresentação ou de representação pode ser novamente codificada por um meio mecânico (figura 1.4).

- *media de apresentação*: inclui a voz e o corpo. As mensagens codificadas através destes meios são a fala, os gestos, etc. Estes são designados por **actos de comunicação**.
- *media de representação*: inclui os livros, os quadros, as fotografias, a arquitectura, a jardinagem, os interfaces de computador, etc. Estes meios

utilizam as convenções culturais para codificar a mensagem. Obtêm-se os designados **trabalhos de comunicação**.

- *media mecânico*: inclui telefones, telex, computadores, etc.; constituem-se como transmissores de meios de apresentação e de meios de representação.

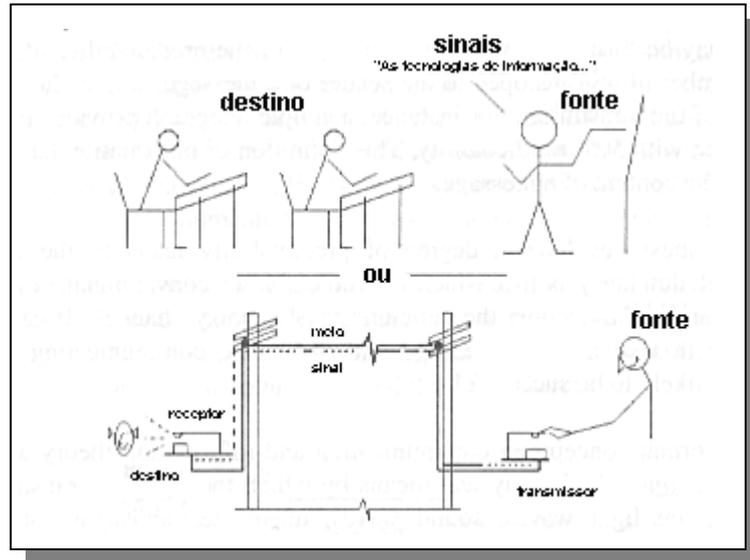


Figura 0.2: Comunicação por apresentação (primeiro caso; o professor) versus comunicação por representação (segundo caso; o envio de mensagens)

Os media de apresentação e de representação devem ambos ser captados pelas pessoas através dos sentidos (figura 1.5); o texto é visto, o ruído é ouvido; por vezes é possível situações como os baixos relevos, que podem ser vistos e tocados, combinando os dois sentidos referidos.

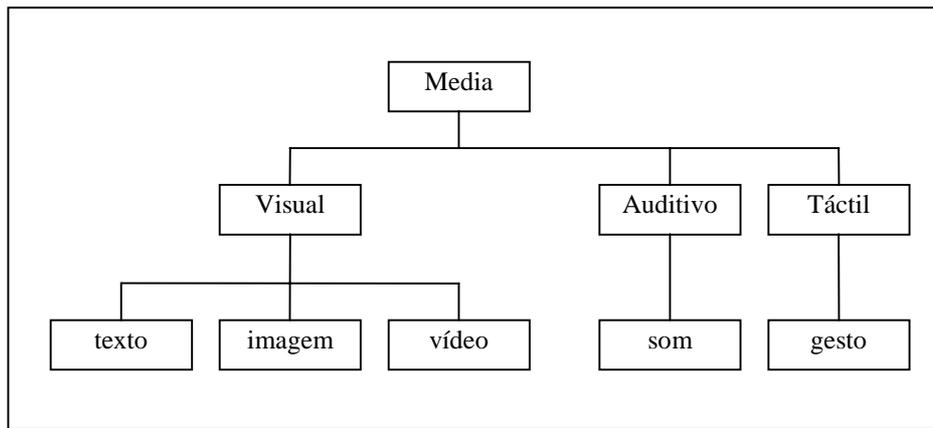


Figura 0.3: Organização dos *media* em função dos sentidos humanos.

O *media* papel impresso contém imagens, diagramas e texto, todos com diferentes codificações. A informação codificada pode, ela própria, servir como base para outro *media*. Por exemplo, numa fotografia de um letreiro de uma rua, o *media* de base é a

fotografia que contém uma imagem. Esta imagem possui o nome da rua, representado por texto. No correio electrónico, as imagens são por vezes construídas com texto, como no caso da cara sorridente " :)"; este exemplo ilustra o uso do texto como meio para as imagens.

Quando os media são discutidos, as diferenças entre *media* de apresentação, de representação e mecânicos devem ser tomados em linha de conta. Os media constituem um recurso de comunicação através do qual a informação é transferida de uma pessoa para outra.

Os seres humanos geram compromissos através dos media e possuem a habilidade para afetar e antecipar o comportamento de outras pessoas através desses *media*. Embora o conteúdo vincule informação, a sua interpretação pelos destinatários origina a acção. Como os computadores são apenas ferramentas para a acção humana, estes não podem tomar compromissos.

1.4 Pessoas e tecnologia

Todas as organizações dependem de três tipos de processos: de material, de informação e de fluxo de trabalho. Os dois primeiros tipos são estruturados de forma tradicional com entradas e saídas. Os processos de material, movem e transformam materiais. Os processos de informação movem e transformam informação. Os processos de fluxo de trabalho lidam com os requisitos do trabalho a ser realizado, com o entendimento de quem o tem de executar e qual o nível de realização para que o cliente fique satisfeito.

Numa perspectiva tecnológica, a área dos sistemas operativos tem geralmente determinado o tipo de tecnologia utilizada para a condução de negócios de uma organização. Os primeiros sistemas operativos, nos anos 50, repartiam o tempo de processamento e a memória entre múltiplos utilizadores com interesses opostos.

Durante a década de 60, a preocupação dos conceptores de sistemas operativos foi a identificação das abstracções tais como ficheiros e directórios que permitiam a construção de máquinas virtuais para o utilizador. Estas preocupações alargaram-se, nos anos 70 e 80, para o desenvolvimento de mecanismos para lidar com redes de computadores. Apesar de todas as modificações, o engenheiro de sistemas, poucas vezes vê o sistema operativo como um gestor de trabalho dentro da máquina.

A escala de tempo em que a informação é processada tem implicações nas tecnologias utilizadas. Tradicionalmente, escalas de menor dimensão exigem o recurso a tecnologias que aumentem a capacidade do ser humano para lidar com curtos intervalos de tempo.

No entanto, com a progressivo recurso a T.I. para as mais diversas funcionalidades, as escalas de tempo que são objecto de estudo tem sido gradualmente maiores, pelo que, o auxílio da tecnologia terá de ser necessariamente diferente:

- A electrónica de computadores - hardware - opera ao nível do picosegundo (10^{-12} segundos)
- As instruções máquina são executadas em nanosegundos (10^{-9} segundos)
- As rotinas de computador, programas, são executados em microsegundos (10^{-6} segundos)
- Os sistemas de armazenamento secundário locais são acedidos em milisegundos (10^{-3} segundos)
- As operações de interface com o utilizador, ocorrem na escala dos segundos (10^{+0} segundos)
- Os processos associados ao fluxo de trabalho exigem horas (10^{+3} segundos)

No entanto, este tipo de abstrações que são apropriadas para lidar com os processos do fluxo de trabalho são diferentes em natureza dos restantes referidos, porque os processos de fluxo de trabalho necessitam de concepções realizadas por pessoas e do estabelecimento de compromissos. Por sua vez, os computadores servem actualmente para comunicar e não apenas para registo e processamento.

Os utilizadores querem, actualmente, partilhar ficheiros produzidos por diferentes processadores de texto. Estes queixam-se bastante do correio electrónico; os pedidos para os engenheiros de software são frequentemente no sentido de maior transparência e de um suporte mais eficiente para os processos de fluxo de trabalho.

Os sistemas operativos já não se devem limitar à simples monitorização de fluxos de entrada e saída de tarefas específicas mas sim facilitar a gestão de compromissos numa

organização. A fronteira entre a organização e a suas ferramentas de tecnologia de informação começa a desvanecer-se.

Ensinar a alunos informática ou ciências da informação no mundo actual, é um grande desafio. Os modelos básicos de máquinas dos anos 40 são ainda adequados para lidar com as preocupações tradicionais da programação, mas não são eficientes para lidar com pessoas, como componentes de um sistema de informação.

A matemática e a física constituem as disciplinas básicas que suportaram os avanços na ciência dos computadores por muitos anos. Mas para os sistemas de informação poderem lidar com os compromissos humanos, exigida actualmente, obriga os conceptores de sistemas a entender as pessoas; acrescentando às anteriores competências de matemática e de física, também a psicologia e a sociologia.

Um problema semelhante existe nas ciências que se preocupam com a saúde. Existe um crescimento de conhecimento que está associado com escalas de tempo cada vez menores; que se transfere da actividade dos seres humanos para as células, as moléculas e mesmo, para as partículas subatómicas. Os estudantes de medicina não podem abranger toda a informação que se encontra disponível e que é potencialmente importante. Se estes pedirem uma ressonância magnética ao cérebro, ou uma qualquer análise mais sofisticada ao sangue, ou mesmo, uma análise genética de um feto, necessitam de pedir ajuda para poderem interpretar os resultados obtidos.

A educação nas escolas médicas está em mudança, para um situação em que os estudantes lidam com doentes protótipo e tentam aprender os princípios com a prática. Os novos curricula de tecnologias de informação tem de seguir estes princípios, ensinando com base em aplicações protótipo com que os estudantes são confrontados em situações práticas. O médico assim treinado deveria estar preparado para agarrar novas aplicações e aprender no trabalho tudo que é preciso para ter sucesso.

A ênfase nos meios interactivos como potencial para aplicação na organização leva à proposta de novas situações onde se relacionam tipos diferentes de utilizadores com diferentes *media* que os ajudem a resolver problemas e necessidades que se lhes colocam.

Os *media* interactivos possibilitam a criação de sistemas centrados nas pessoas que, por sua vez, permitem clarificar e simplificar a acção humana. No entanto, por vezes as tecnologias falham, principalmente quando é esperado que estas mudem a forma como as pessoas interagem. Para o sucesso dos meios interactivos é necessária a sua integração na actividade dos utilizadores. Os conceptores de sistemas baseados nos meios interactivos necessitam de entender como os indivíduos, os grupos e as organizações funcionam e como a tecnologia afecta esse funcionamento.

A tomada de decisão, a comunicação e a existência de uma linguagem comum são cruciais para a coordenação. A comunicação entre máquinas, entre pessoas e máquinas ou entre pessoas depende da existência de uma linguagem comum. A tomada de decisão útil e com sucesso requer quase sempre competências de comunicação; é que é através da tomada de decisões que as pessoas coordenam o seu trabalho.

No cerne do paradigma hipermédia-groupware-rede encontra-se um modelo de tecnologia que suporta as pessoas; as tecnologias referidas possuem um potencial de mudança que deve ser aproveitado.

1. O Indivíduo e o hipermédia

2.1 Interacção homem máquina

Para entender a comunicação entre pessoas e computadores é necessário conhecer a natureza das pessoas, os computadores e as operações que as pessoas realizam com computadores. O modelo geral de interacção homem máquina dá ênfase ao fluxo de informação e ao controlo do interface. As operações mais importantes são o acesso e a criação de informação.

2.1.1 Ser humano, computador e ambiente

O modelo de Interação Homem-máquina pode ser analisado em quatro componentes principais: Homem, Computador, Ambiente de Tarefa, e Ambiente de Máquina. São assumidos dois fluxos básicos de informação e controle. O primeiro fluxo tem origem no ambiente de tarefa. O utilizador é convidado a executar uma tarefa. A tarefa estabelece o contexto e determina vários factores de contexto tais como o custo de erros, o tempo de resposta, e os critérios para conclusão, com êxito, da tarefa.

O utilizador processa cognitivamente a informação sobre a tarefa. O resultado é uma intenção que conduz a alguma acção no interface de computador (por exemplo, digitar um comando). As entradas do utilizador determinam parte do comportamento do computador, e a potencial criação de um produto. O segundo fluxo é originado no ambiente de máquina. O computador recebe dados do seu ambiente que são transformados de forma apropriada de modo a serem apresentados. O utilizador codifica a informação exibida, interpreta-a, e responde a esta, também em função do ambiente de tarefa, (Figura 1.1).

Tarefas e ambientes implicam exigências diferentes e impõem restrições diferentes na especificação de interfaces do utilizador. As tarefas podem ser entendidas em termos do número de passos que requerem. Tarefas simples exigem poucos passos, com pequeno controle do utilizador. Tarefas complexas não só requerem mais passos, como também envolvem muitas escolhas do utilizador.

Algumas tarefas são estruturadas, como preencher um formulário, ou seguem um procedimento prédefinido. Outras tarefas são não-estruturadas, como a navegação num

hipertexto. Existem ainda outras dimensões que também podem caracterizar ambientes, como ambientes ricos em informação contra ambientes pobres em informação. O projecto e modelização de interfaces de utilizador deve considerar todos estes factores.

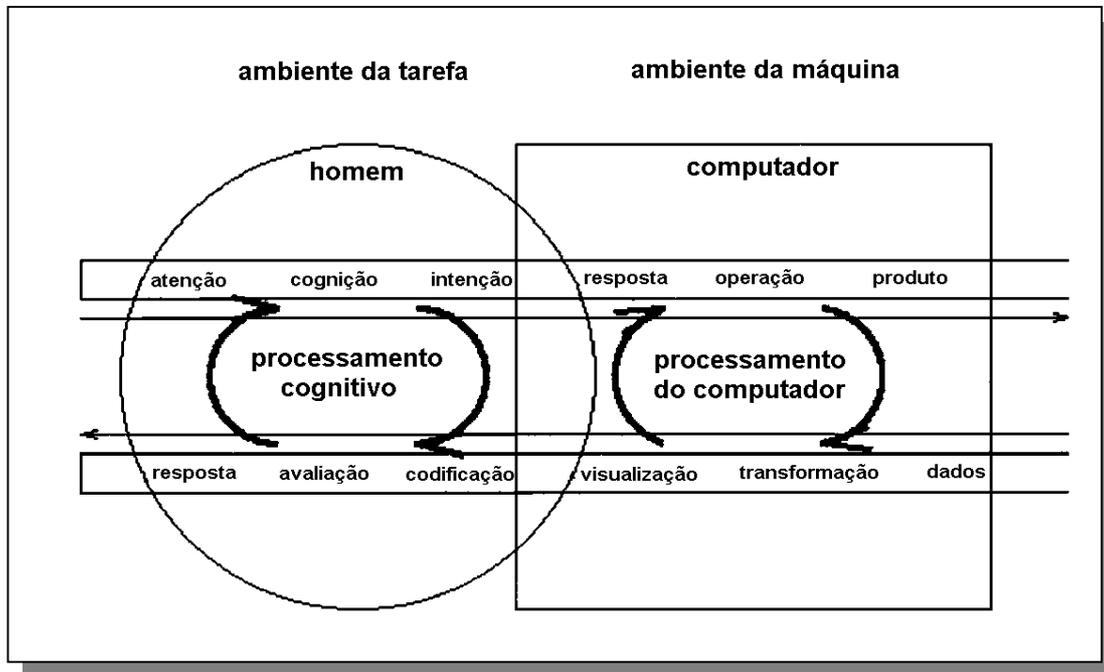


Figura 1.1: Modelo geral do interface homem-máquina. O ser humano é representado por um círculo e o computador por um rectângulo. Tanto o círculo como o rectângulo incluem processos desempenhados pelo homem e pelo computador. A área de sobreposição inclui processos relacionados com o interface. As setas representação o sentido do fluxo de informação.

O interface homem-máquina pode ser caracterizada através de dimensões diferentes, na perspectiva do utilizador. A complexidade do interface de utilizador é função da riqueza de informação que é trocada entre o computador e o utilizador. O conceito de *Usability* refere-se à facilidade de uso de um interface; quanto mais elevada for essa facilidade de uso, tanto melhor.

O operador humano pode ser melhor caracterizado. Estes variam na quantidade de conhecimento e no tipo de conhecimento que adquirem sobre o sistema. O conhecimento ideal contém informação sobre a tarefa e sobre como o computador opera. O conhecimento não ideal contém informação falsa que produz erros ou acções redundantes.

O operador varia na habilidade que possui para resolver problemas, tomar decisões e executar tarefas mentais. As tarefas requerem que o operador possua diferentes habilidades em grau variado. A análise de componentes cognitivos envolvidos no

desempenho de uma tarefa é útil tanto ao projecto de sistema como à selecção do operador e ao seu treino.

O modelo do Processador Humano descreve e prevê a interação homem-máquina em vez de tentar descrever o que acontece nas mentes dos utilizadores. O modelo do Processador Humano é constituído por três componentes. O sistema perceptual, que é composto pelos sentidos e memórias para registo de sensações do mundo físico em representações internas. O sistema cognitivo que é composto por memória de trabalho e memória a longo prazo e por um processador cognitivo. O sistema cognitivo transporta informação das memórias para a memória de trabalho e recordações já registadas na memória de longo termo para a geração de respostas. O motor de processamento, que consiste num processador que gera as respostas.

2.1.2 Acesso à Informação

As pessoas podem ser observadas como conseguindo ter acesso à informação de muitas formas, dependendo dos seus objectivos e das características da informação acedida. Estes tipos de acesso ao longo de uma dimensão podem ser designados por pesquisa, navegação ou leitura. Um utilizador pode analisar uma tarefa em termos da quantidade de informação que deve ser acedida para se alcançar o objectivo desejado.

Uma questão de pesquisa para a qual um conceito é chave de resposta à pergunta e que ocorre apenas uma vez no espaço de informação é a situação ideal para um sistema com uma função de pesquisa que permita, a uma pessoa, a rápida obtenção da informação que corresponda ao conceito pretendido. Outros métodos são mais adequados quando este tipo de pesquisa falha; devido a excesso ou falta de informação sobre o conceito em pesquisa.

A actividade de navegação recorre vários conceitos que lhe são importantes para as necessidades em causa e que se relacionam com as diversas partes do espaço de informação. Algumas destas partes do espaço de informação são relevantes para a pesquisa e outras não. Se as partes do espaço de informação a que é necessário ter acesso são reduzidas e essas partes estão relacionadas de forma nítida, então a procura por navegação é a mais adequada.

A precisão é a fracção de informação recuperada que é pertinente à tarefa. A revocação é a fracção de informação pertinente que é recuperada, sobre a informação pertinente. Ambos valores constituem rácios com um valor máximo de um - 100%. De um modo geral, o acesso à informação é melhor quando a revocação e a precisão são próximas da unidade. Para maior distinção das tarefas é adicionada uma terceira dimensão: a quantidade de informação pretendida.

As tarefas de pesquisa necessitam de pequenas porções do espaço de informação e devem ser realizadas num sistema que possua uma taxa alta de revocação e, pelo menos, uma precisão média. As tarefas de navegação necessitam de diversas porções do espaço de informação e devem também ser executadas num sistema que proporcione uma revocação e, pelo menos, uma precisão média (figura 2.2). O remanescente deste espaço tridimensional corresponde a tarefas de entendimento. Qualquer tarefa que requer uma fracção considerável do espaço de informação é uma tarefa de entendimento. Em complemento, quando as técnicas de pesquisa e navegação não introduzem taxas de revocação e precisão elevadas, então um existe problema de entendimento.

Os media tradicionais como o papel e a televisão possuem muitos e valiosos usos. O papel é um meio poderoso cuja familiaridade, tangibilidade e portabilidade o tornam mais atractivo que a informação de computador para muitas tarefas de entendimento. Em certos casos, em vez de se perguntar se sistemas de informação com computador substituem os tradicionais media ou não, a questão correcta deveria ser colocada é: como podem computadores e os media tradicionais complementarem-se mutuamente?

2.1.3 Criação de informação

A criação de informação é o complemento natural do acesso à informação. O carregamento de informação no computador pode, ele próprio, constituir um desafio, embora possa ser um actividade mecânica. O cognitivo e as actividades do ciclo de vida da informação, nomeadamente na sua criação, são os aspectos fundamentais na diferenciação entre seres humanos e restantes animais.

2.1.3.1 Entrada de informação

Das múltiplas formas de dar entrada de dados num computador, existem cinco que são as mais importantes: digitação, manipulação directa, digitalização, captura de audio e

captura de vídeo (Figura 1.2). Na digitação, o teclado permite um máximo de introdução de dados de cerca de 100 palavras por minuto mas, a esta velocidade, trata-se de um sistema muito sujeito a erros. A digitação é a forma típica de introdução de documentos de texto. A manipulação directa não contempla a entrada de dados mas é um meio bastante popular de interacção com um sistema de computador. Um utilizador manipula um cursor no ecran, usando um dispositivo de apontar (rato ou *tracker*) para a escolha de várias opções proporcionadas por um ambiente gráfico. Se existir um ecran táctil, o utilizador pode explorar as alternativas proporcionadas pelo interface, apontando simplesmente a opção pretendida.

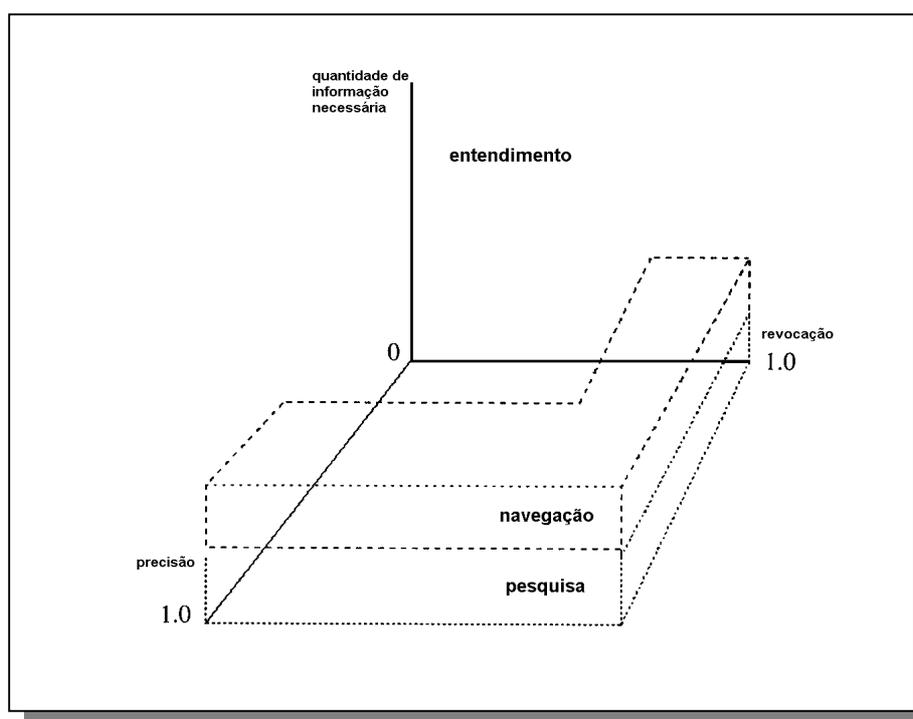


Figura 1.1: Espaço de pesquisa tridimensional. Este espaço tridimensional que possui como eixos, a revocação, a precisão e a quantidade de informação necessária, mostra que as tarefas para as quais grandes quantidades de informação são necessárias, a pesquisa e a navegação não são os métodos mais adequados, ocorrendo mesmo problemas com precisão e revocação baixas.

Os digitalizadores de baixo custo, para computadores pessoais, podem traduzir imagens num ficheiro de computador. Muitas empresas de jogos usam actualmente imagens digitalizadas para gráficos de bloco (*sprites*) e fundos, com impacto nos elementos visuais dos jogos.

A captura de áudio é ainda outro modo para introduzir informação no computador. Para a introdução de voz, um computador pode reconhecer aproximadamente 1000 frases de um indivíduo, mas a capacidade geral para reconhecer discurso não existe ainda. O

vídeo pode ser digitalizado e armazenado no computador por vários dispositivos, com auxílio de software adequado, mas é ainda muito exigente em recursos de computador.

Dado os altos custos associados à introdução de informação quer de forma manual quer de outras formas, o utilizador é tentado a avaliar até que ponto é possível copiar informação de outros lugares. Justificando desta forma a popularidade de livrarias de símbolos e imagens, repositórios e arquivos de fotografia, etc.; facilitando ao utilizador alternativas à criação de informação pela incorporação de elementos de terceiros nos seus próprios trabalhos.

Quanto mais cara é a criação de informação, mais atraente é a alternativa de não introduzir essa informação directamente mas sim arranjar forma de a copiar de uma outra fonte em que esta esteja já digitalizada, graças ao esforço de terceiros ou do próprio.

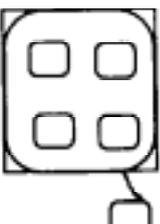
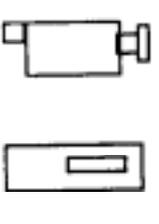
				
digitar teclado	manipulação directa	digitalização	reconhecimento de voz	video
lento e sujeito a erros	amigável e intuitivo mas pouco útil para introduzir texto	excelente para imagens mas sem outros usos	potencialmente poderoso mas tecnologia ainda em fase de introdução	demasiada informação

Figura 1.2: Quatro formas de entrada de dados. A figura ilustra quatro formas de introduzir informação num sistema de computador, com descrição das respectivas vantagens e desvantagens.

2.1.3.2 O cognitivo e as actividades do ciclo de vida da informação

As operações cognitivas que suportam a criação de informação foram objecto de análise, durante muitos séculos. O filósofo grego Aristóteles enfatizou que um documento tem que descrever um caso e realizar a sua prova.

Com base neste pressuposto, o objectivo de declaração de um caso, o criador de informação tem que investir o tempo necessário para tornar a informação disponível

para ele próprio e como esta pode ser organizada, de forma a alcançar os seus propósitos com determinada audiência.

Três fases de elaboração de um documento são reconhecidas como conduzindo à realização correcta das metas apontadas: exploração, organização e codificação.

Na fase de exploração é adquirido conhecimento, ocorrem actividades de discussão, geração de ideias - *brainstorming* - e são tomadas notas. Na fase de codificação o produto final é preparado. Alguns escritores progridem por este modelo do processo de escritura, de uma forma linear, desde as primeiras notas até ao esboço dos seus textos.

Outros escritores podem começar no meio do processo e escrever um esboço antes de realizar qualquer nota. Os autores gostam de se mover livremente de uma fase para outra e voltar atrás novamente, quando necessário.

No contexto da perseguição de objectivos - Figura 1.1 - a fase de exploração estabelece ligações entre a tarefa ou objectivo e a memória. A fase de organização toma a informação disponível e transforma esta rede de informação livremente estruturada. Na fase de codificação é revisto o produto até que este satisfaz o ou os objectivos propostos.

Bastante mais poderia ser discutido sobre os factores associados com a criação de informação. Um desses factores é a experiência do escritor. Os escritores principiantes acham a escrita uma actividade enfadonha, de tradução do que eles já sabem. Estes realizam poucas reorganizações efectivas das suas idéias e sentem que depois do exercício de escrita não sabem mais do que sabiam antes.

Os escritores mais experimentados reportam uma experiência oposta. Como estes últimos passam pelas várias fases de notas de concepção, esboço e produto final, examinam continuamente o que os próprios sugeriram comparando-o com o impacto que esperam que produza na audiência.

Os peritos possuem um bom modelo de leitor, e continuamente ajustam o que têm que dizer após usarem o modelo de leitor para ajustamentos do produto obtido. Depois de um perito preparar um produto, este sente que ganhou perspicácia sobre como olhar o assunto do produto.

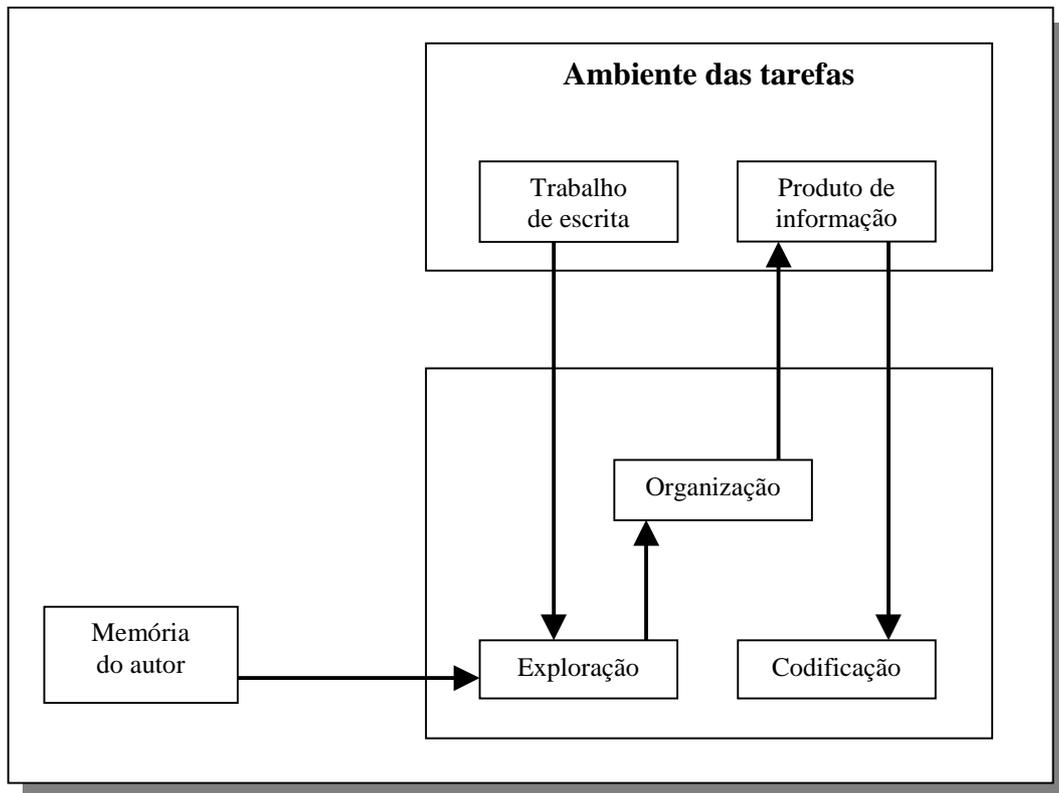


Figura 1.1: Modelo de escrita orientado a objectivos. Processo de escrita relativo à memória e às tarefas.

A descrição anterior de como criar informação é particularmente útil para o caso de um único autor que escreve um documento de texto tradicional. Para o caso de documentos electrónicos com áudio e vídeo, os desafios são maiores e as actividades exigidas aos autores mais complexas. Neste caso é no entanto possível entender um ciclo de vida do produto que passa pelas seguintes fases:

- Fase 1, especificação e planeamento,
- Fase 2, projecto e produção de um guião,
- Fase 3, implementação e entrega do produto.

Todas as fases devem estar sujeitas a um controlo de qualidade de forma a poder ser estabelecida conformidade com as especificações existentes.

Neste ciclo de vida, o desenvolvimento do produto é conseguido através da compreensão do cliente ou da necessidade de uma audiência. Esta necessidade é então reflectida nas especificações. Na fase de especificações e planeamento, é elaborado um documento contendo as especificações que inclui a arquitectura de hardware e de software e em que são desenvolvidas estratégias de apresentação aplicáveis.

Ao mesmo tempo, é preparado um plano que especifica os recursos necessários e a afectação de tempos do projecto. Entre as considerações iniciais deve ser descrito como o produto será testado para conformidade com as especificações.

Durante a fase de projecto, a estrutura geral do produto e os seus componentes de media são esboçados. Para uma determinada secção do produto, é elaborado o guião que descreve o que será implementado no computador, em termos de:

- objectos visualizados no ecran;
- interações com o utilizador;
- planos e ecrans (layout) ;
- sequências de som e vídeo; e
- ligações lógicas entre os objectos de uma secção.

Na fase da implementação, os guiões são levados a efeito no computador. Todas as ligações lógicas nas diferentes secções são realizadas e os media sincronizados. Por último, o produto é entregue à audiência.

2.1.4 Facilidade de uso (Usability)

A interface é um dos factores críticos para o sucesso de um sistema de informação. A interface deve ser fácil de usar, mas não existem métodos universalmente aceites para realizar tal propósito. Seria bastante bom que alguém pudesse garantir, com segurança, que um determinado estilo de interface é melhor para uma certa classe de utilizadores e tarefas. Mas tal não é possível. Foram desenvolvidos muitos trabalhos e escritos muitos documentos sobre a resposta de utilizadores para diversas apresentações hipermédia, para várias tarefas e em diversos contextos. Analisando todo este trabalho desenvolvido, a questão que se coloca é o que se poderá concluir para o caso geral.

Uma dada pesquisa mostrou fortemente a importância do tipo de utilizador. Comparando os resultados de muitos estudos em media interactivos, a variável mais significativa é a idade do utilizador. Quando os utilizadores são jovens, estes acham os media interactivos atraentes. No caso de utilizadores de média-idade, os resultados indicam que estes não se inclinam para o seu uso.

O outro factor mais significativo na pesquisa efectuada foi a motivação do utilizador. Quando os utilizadores se encontram altamente motivados para executar uma certa tarefa, então estes contribuíam muito mais para o exercício, em comparação com os de menor motivação. Embora este factor pareça intuitivo, ainda não foi prestada uma atenção clara e, conseqüentemente, efectuado o seu tratamento.

2.1.5 Conclusão

A interacção homem-máquina preocupa-se com o interface pela qual informação flui entre uma pessoa e o computador. Os modelos que um indivíduo tem do mundo e do computador determinam alguma desta interacção. A tarefa que o utilizador tem em mãos, também possui uma grande influência na interacção homem-máquina.

Para aceder à informação, podem ser necessárias as operações de pesquisa, de navegação e de entendimento. A pesquisa ocorre quando a tarefa é obter informação acerca de um conceito e o espaço de informação possui nítida a informação, em algum lugar. A navegação é realizada quando é necessário visitar vários espaços de informação. Uma tarefa de entendimento exige que o utilizador desenvolva um modelo mental detalhado de uma parte significativa de um espaço de informação.

A criação de informação envolve, em primeiro lugar, um objectivo de influência de uma dada audiência. Nesta actividade ocorrem processos de exploração, organização e codificação de informação. Ao longo destes processos o autor experimentado avalia o impacto provável da mensagem elaborada na audiência pretendida.

O sucesso de uma mensagem influenciar uma audiência depende de muitos factores, incluindo os media mecânicos, se usados, para suportar a mensagem. Para a entrega de informação, a idade e a motivação da audiência podem ser mais importantes na reacção desta, que qualquer aspecto particular do próprio sistema de informação. Os princípios da interacção homem-máquina são cruciais para a avaliação formal das direcções que as tecnologias de informação emergentes possam tomar.

2.2 *Hipertexto*

O hipertexto é um conjunto de nodos de texto interligados por ligações. Um sistema de hipertexto suporta a travessia de um conjunto de ligações estabelecidas. Em uso comum, a noção de texto em hipertexto inclui material do tipo de documentos, como desenhos e fotografias.

A história moderna da reunião do recurso informação com a utilização de máquinas é aceite como tendo sido iniciada por Vannevar Bush. Durante a Segunda Guerra Mundial, Vannevar Bush dirigiu o Gabinete Americano de Investigação Científica e Desenvolvimento, coordenando as actividades de cerca de seis mil cientistas americanos na aplicação de ciência para o esforço de guerra e para o desenvolvimento da bomba nuclear. Este quis aplicar a ciência para propósitos pacíficos e, para o fim do Segunda Guerra Mundial, percebeu um problema para o qual a tecnologia emergente da ciência dos computadores poderia prover uma solução. Ele articulou o problema da seguinte forma:

"Existe uma montanha crescente de pesquisa. Em complemento, há uma evidência acrescida que ninguém é capaz de manter uma visão abrangente, face às pressões cada vez maiores da especialização. O investigador está sobrecarregado pelos resultados científicos obtidos e pelas conclusões de milhares de outros investigadores - conclusões que não é possível ter tempo para as estudar, nem sequer para as conhecer e, muito menos, detectar qual a sua origem e implicações".

Bush propôs uma solução tecnológica para este problema na forma de um dispositivo que ele designou por *Memex - Memória Extender*. Neste dispositivo, um indivíduo armazena todos os seus artigos de informação de forma miniaturizada, o que permite uma consulta posterior, processando toda a informação com grande velocidade e flexibilidade.

Porém, não era tanto a tecnologia que era importante na descrição sobre o *Memex* mas o que esta tecnologia tornou possível, isto é, o conceito apresentado. O *Memex* proveria, pela criação de um índice associativo, um meio de um qualquer artigo poder seleccionar um outro de forma imediata e automática, em função de um conjunto de critérios que

têm em comum. Em 1945, as idéias de Bush apareceram em revistas populares num artigo intitulado *Como Nós Pensamos (As we may think)*.

Tal é o impacto da influência de Bush, que foi sugerido que o *Memex* de Vannevar Bush proporcionou uma das imagens de maior potencialidade, da história da informática. As imagens de potencialidade são o resultado de teorias não experimentadas, perguntas sem resposta, ou dispositivos ainda não construídos, que no entanto influenciam o trabalho de cientistas e tecnólogos. Bush não testou a sua teoria de um índice associativo nem construiu o *Memex*, mas as suas ideias influenciaram o trabalho de muitos.

2.2.1 Arquitectura

Nesta secção é apresentada a arquitectura básica do hipertexto. Os nodos e as ligações são fundamentais no modelo lógico do hipertexto. Separando este modelo lógico da sua apresentação no ecran, são obtidos ganhos em flexibilidade, na manipulação do modelo sobre o interface.

2.2.1.1 Nodos e ligações

Os modelos formais de Hipertexto permitem enfatizar relações claras, sistemáticas entre estrutura e função. O modelo de Dexter consegue separar o modelo em várias partes estruturais que têm papéis funcionais distintos. No modelo de Dexter, o hipertexto tem uma camada de *runtime*, uma camada de armazenamento e uma camada de componente interno.

A camada de armazenamento é composta de nodos e ligações. Os nodos podem ser combinações de outros nodos. As ligações estabelecem as conexões entre qualquer número de nodos. Cada nodo ou ligação pode ter muitos atributos, arbitrariamente. A descrição de cada nodo inclui apontadores para as localizações exactas ou âncoras para as quais as suas ligações se conectam (Figura 1.1).

Entre as camadas de armazenamento e de *runtime* existe um mecanismo de apresentação e entre as camadas de armazenamento e de componente interno existe um mecanismo de ancoragem (Figura 1.2). O mecanismo de apresentação disponibiliza o hipertexto para o utilizador, e o mecanismo de ancoragem é responsável pela recuperação dos componentes.

A apresentação de conteúdo de um nodo ocorre no tempo e no espaço. De acordo com as características da sua apresentação espacial, o contexto do nodo é dividido em várias categorias, tal como os nodos que proporcionam um espaço de trabalho do tamanho do ecrã. Um desafio para os autores de hipertexto é a colocação de informação num nodo que não esteja em excesso nem em falta.

Os tipos de ligação são divididos nos que se conectam directamente a nodos da rede e nos que chamam programas. As ligações virtuais e condicionais são exemplos de tipos de ligação que invocam programas. Em ligações virtuais, o utilizador especifica o começo da ligação explicitamente e fornece uma descrição do seu destino, para que o computador descubra um nodo de objectivo que satisfaça a descrição do destino.

Um exemplo de uma ligação condicional é: se a evidência Q está presente, então ligue-se do nodo A ao nodo que contém Q, caso contrário ligue-se do nodo A para o nodo que contém P.

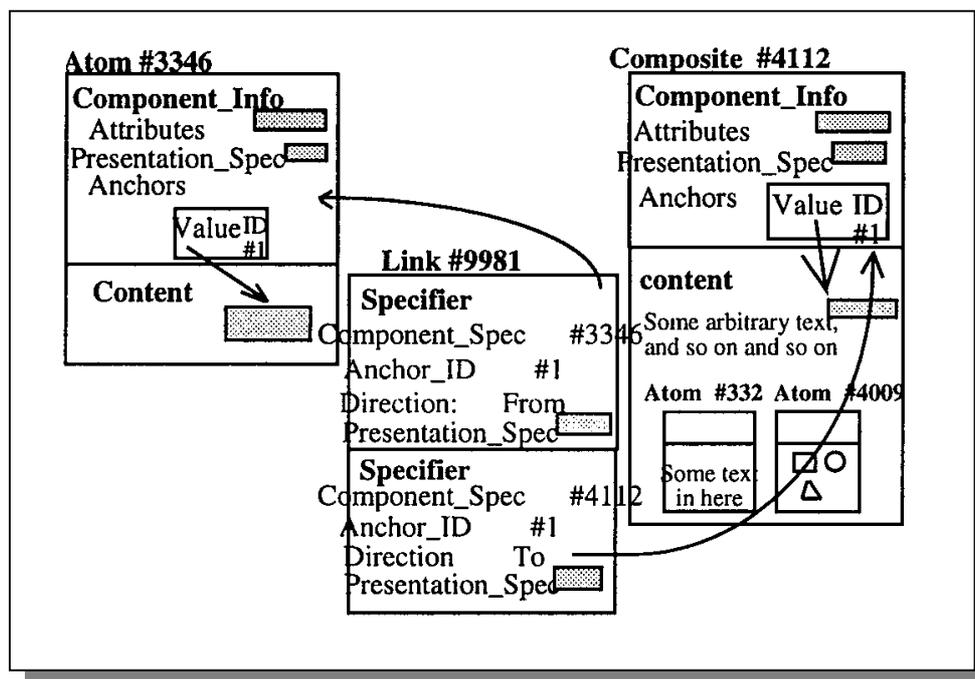


Figura 1.1: Nodos e ligações. Um exemplo da organização geral da camada de armazenamento, incluindo dois nodos: o nodo atómico #3346 e o nodo composto #4112. A ligação #9981 possui uma âncora em ambos os nodos.

Um mecanismo de composição deve permitir aos utilizadores a representação e manipulação de grupos de nodos e ligações como entidades únicas, separadas dos seus componentes. Igualmente, deve permitir aos utilizadores o acesso aos nodos e ligações, de forma independente. Por exemplo, um utilizador deveria ser capaz de, numa só

acção, copiar um capítulo de um livro sem ter que copiar cada secção do capítulo separadamente. Noutras ocasiões, o utilizador deveria poder copiar uma secção individual dentro de um capítulo.

Com a interacção com o hipertexto, os utilizadores produzem mudanças à informação que está contida dentro deste. Por exemplo, um político pode estar a adicionar informação sobre política para um documento de hipertexto sobre uma cidade, enquanto um artista está a adicionar informação, de forma independente em relação ao outro utilizador, sobre arte na mesma cidade. Talvez o político queira ter a sua versão do hipertexto, separadamente da versão do artista, o que seria apoiado por um mecanismo de controlo de versões. O controlo de versões é importante porque permite para o utilizador, a manutenção e manipulação de um histórico de alterações.

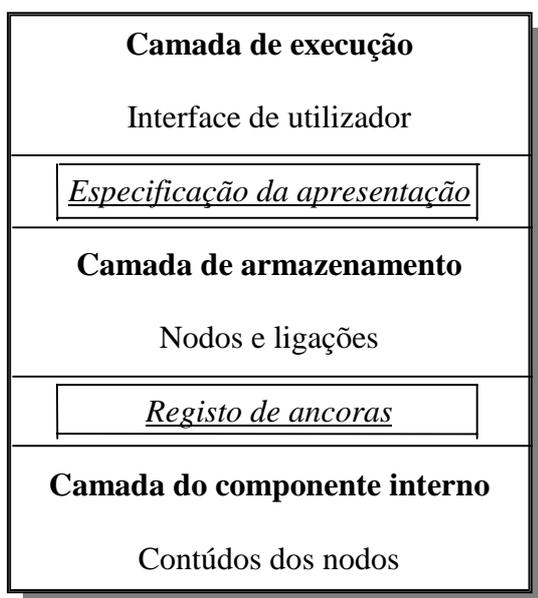


Figura 1.2: Modelo Dexter por camadas. A camada de armazenamento apenas fornece os mecanismos para organizar os componentes (nodos) e as ligações, sem considerar os conteúdos dos componentes, que é precisamente a tarefa da camada de componente interno. O interface entre a camada de armazenamento e a camada de componente interno é o mecanismo de registo de âncoras, usado para guardar as localizações ou os itens de um componente. A camada de execução concentra as preocupações de como a informação é apresentada aos utilizadores.

2.2.1.2 Modelos semânticos

A abstracção do hipertexto como uma cadeia de conceitos e relações é uma rede semântica. Numa rede semântica, os conceitos são definidos pelas relações com outros conceitos na rede. Por exemplo, o significado de hipertexto pode ser definido especificando que este contém media, corre em computadores e serve os utilizadores.

Os tipos de ligações neste exemplo são "contém", "corre em" e "serve" (Figura 1.1). Os nodos são "hipertexto", "texto", "computadores" e "utilizadores". As redes semânticas são uma modelo de memória; estas possuem uma forma de visualização em gráfico (notação) e o seu significado tende a ser intuitivamente claro. A desvantagem das redes semânticas é que o significado ou semântica da rede pode ser difícil de formalizar.

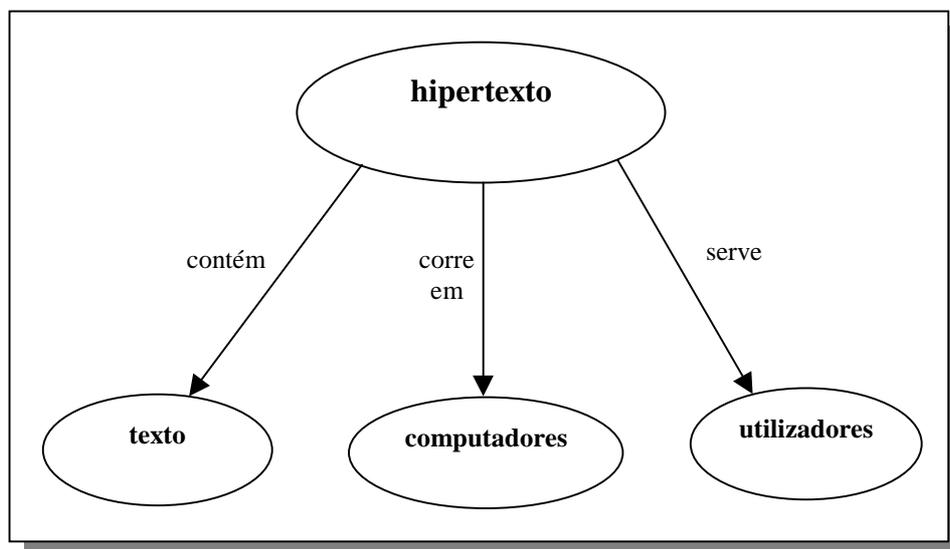


Figura 1.1: Exemplo de uma rede semântica

Os tipos de redes semânticas melhor compreendidas são as que possuem propriedades de herança, nas suas ligações. Por exemplo, se a rede relaciona o nodo "aluno" com o nodo "pessoa", com a ligação "é uma", então torna-se possível inferir as propriedades do aluno das da pessoa. A herança é um tipo de transitividade. Se um estudante é uma pessoa e uma pessoa é um animal, então através da transitividade, um estudante é um animal. A transitividade também se aplica para a ligações de efeitos. Desta forma, se um vírus causa uma infeção e as infeções causam febre, então o vírus causa febre. Uma enciclopédia é um tipo de rede semântica que realça as relações hierárquicas e sinónimos; que é usada em sistemas de recuperação de informação.

2.2.1.3 Texto e hipertexto

Em que condições pode um texto ser reestruturado automaticamente como Hipertexto? Devem ser distinguidas duas classes de texto: o texto claramente estruturado e o texto estruturado implicitamente. O texto estruturado claramente, de forma explícita, possui ligações de estrutura óbvias, enquanto o texto estruturado implicitamente não.

Um bom exemplo de um texto claramente estruturado é um directório. Os manuais técnicos, os dicionários, as enciclopédias, um catálogo de um curso e bibliografias são semelhantes a directórios (no que respeita à divisão de estrutura anteriormente referida). Os comandos embebidos das versões electrónicas destes documentos podem ser facilmente traduzidos num formato que um sistema de hipertexto explore. Um exemplo é a documentação do sistema operativo UNIX que foi convertido para um sistema de Hipertexto; cada cabeçalho de secção da documentação foi convertido automaticamente num nodo de hipertexto.

O texto estruturado implicitamente refere-se a texto cuja estrutura lógica explícita é mínima. O caso extremo é uma composição que não tem nenhuma subdivisão ou outra qualquer decomposição lógica. Um romance pode igualmente ser, com frequência, um fluxo estendido de consciência para a qual a estrutura lógica não é sugerida no plano do documento e não é indicada pela representação utilizada para uma eventual representação electrónica. Realizar a tradução de texto estruturado implicitamente em hipertexto exige um esforço humano significativo para tornar explícitas as relações entre os componentes do documento.

Para converter a estrutura lógica de um hipertexto para o formato de texto envolve a travessia de grafo. Duas formas bastante utilizadas para realizar essa travessia são travessia em largura e a travessia em profundidade. Uma travessia em largura começa num nodo e visita todos os outros nodos ligados a este antes de proceder de forma semelhante, a partir de um dos nodos recentemente visitados e que está ligado ao primeiro nodo visitado.

Uma travessia em profundidade começa num nodo, e visita os outros nodos, visitando o nodo que lhe está directamente ligado, repetindo este processo a partir do último nodo visitado. Ambas as formas de travessia constituem métodos que implementam o conceito de *backtracking*, isto é, quando não existe mais ligações que indiquem nodos a visitar, no nodo de maior largura ou profundidade, então retorna-se ao nodo anterior, verificando que todas as ligações deste foram esgotadas, e assim sucessivamente (Figura 1.1).

2.2.2 Interfaces

A interface para um sistema de hipertexto é distinta da requerida pelos clássicos sistemas de armazenamento e pesquisa de informação, pela sua ênfase na navegação. O sistema de hipertexto pode, no entanto, suportar pesquisa, particularmente se incluir uma rede semântica em que os seus nodos apontem para documentos no computador. Uma rede semântica deste tipo, na nomenclatura própria da pesquisa, poderia ser designada por linguagem de indexamento ou, sobre certas circunstâncias, um *thesaurus*.

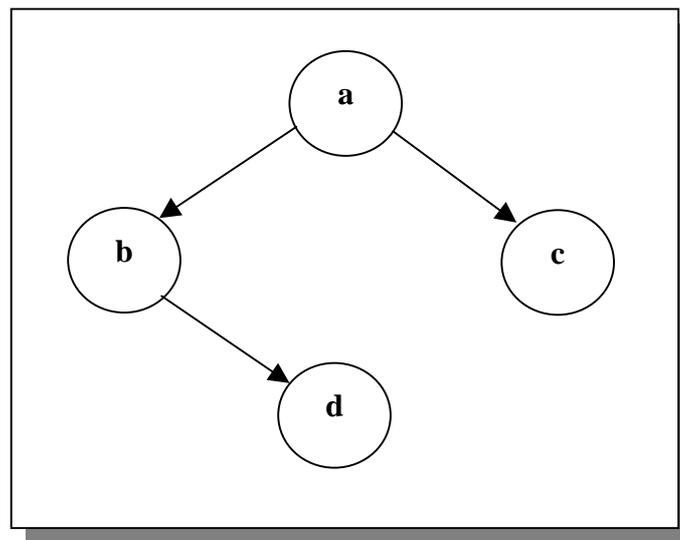


Figura 1.1: Travessias em largura e profundidade. Para uma travessia que se inicia em *a*, o percurso em largura é *a, b, c, d* e, em profundidade é *a, b, d, c*.

2.2.2.1 Interface de navegação

Numa experiência com uma rede semântica de um museu de grande dimensão, a sua representação foi oferecida inicialmente como um grafo. A interface era carregada (demasiada informação visual) e confusa (com demasiadas ligações visíveis), características que a tornavam pouco útil. Quando se está na presença destas características, designa-se muitas vezes por um interface do tipo *spaghetti*, porque este sugere a desordem que pode ser percebida quando se tem o primeiro impacto com a representação dos nodos e ligações de um hipertexto de grandes dimensões.

Para evitar o efeito *spaghetti*, a interface foi melhorada para incluir um plano de museu que mapeia, de forma metafórica, os nodos como salas do museu. Num sistema do plano de um museu, o utilizador pode seleccionar uma sala e assim obter maior detalhe da escolha realizada.

Para um museu actual isto é realizado recorrendo a um diagrama de um museu com vários assuntos em cada sala, como arte, ciência ou geografia. O utilizador observa o mapa e tem que mudar a posição da representação em computador, usando comandos como avançar, esquerda e direita, de forma a visualizar os diferentes tópicos de interesse e poder seleccionar mais informação usando um dispositivo de apontar ou a própria imagem.

No ecran de um sistema de hipertexto, o utilizador pode não conseguir discernir, de forma directa, quanta informação está disponível ou como esta está estruturada. Vistas hierárquicas ou de olho de peixe são usadas para os utilizadores adquirirem uma noção da "paisagem" de informação global. Numa vista do tipo olho de peixe, o utilizador vê uma tabela de conteúdos numa janela e seleccionando um título dessa janela, é possível visualizar os conteúdos associados com aquele título numa outra janela. Seleccionando o título de outro modo, pode causar a expansão de conteúdos por baixo do título em causa; voltando a seleccionar este, os conteúdos expandidos são novamente escondidos (Figura 2.1).

Este modelo cognitivo simples faz do olho de peixe, um modelo atraente e bastante usado. O conceito da visão de olho de peixe é baseado na analogia para uma lente de máquina fotográfica de olho de peixe que torce a imagem de forma a que os objectos mais próximos são vistos com maior detalhe e os objectos distantes são comprimidos (distorcidos).

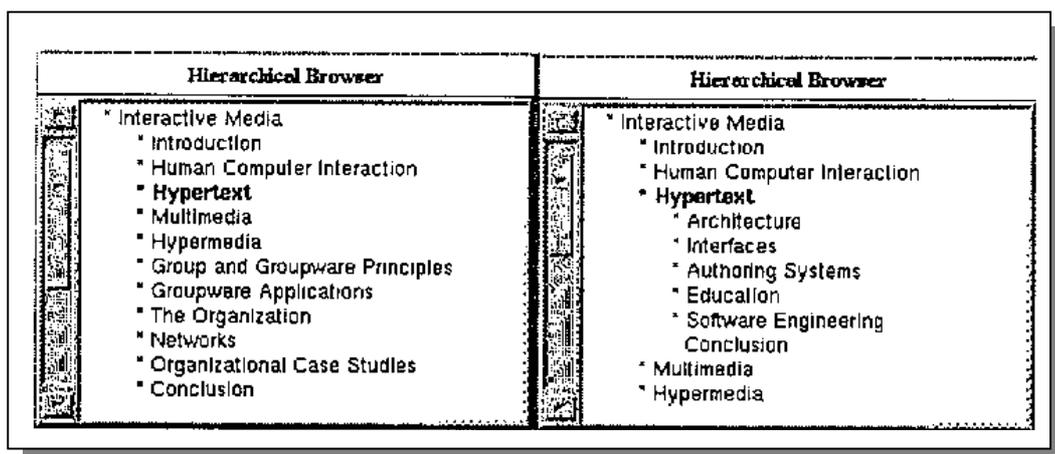


Figura 2.1: Olho de peixe: são apresentadas duas janelas de um sistema hipertexto com o efeito de olho de peixe. Na janela da esquerda, os assuntos são listados apenas ao primeiro nível. Na janela da direita, seleccionando *Hypertext*, obtêm-se um maior detalhe, sendo apresentada informação de nível inferior.

Para proporcionar a sensação kinestésica (espacio-temporal) ou de tacto tangível que é muito apreciada no meio papel ou nas interações pessoa a pessoa, é adequada a exploração de metáforas para a representação do espaço e do tempo, em computador.

Por exemplo, uma excursão por uma cidade com ajuda de um mapa e um guia turístico cria a sugestão de uma metáfora de viagem. Num interface que explore a metáfora de viagem, são iniciadas excursões quando o utilizador selecciona um ícone de autocarro com o tópico da excursão escrito (Figura 2.2). O utilizador é então guiado através de uma sequência de apresentações no tópico da excursão até ao último nodo disponível, terminando a visita e voltando ao ponto de partida. Em experiências com interfaces apostas, com e sem metáforas de viagem, as excursões guiadas permitiram avaliações mais precisas do material disponível e resultaram numa taxa mais alta de exposição de lugares novos em contraponto com os lugares mais conhecidos.

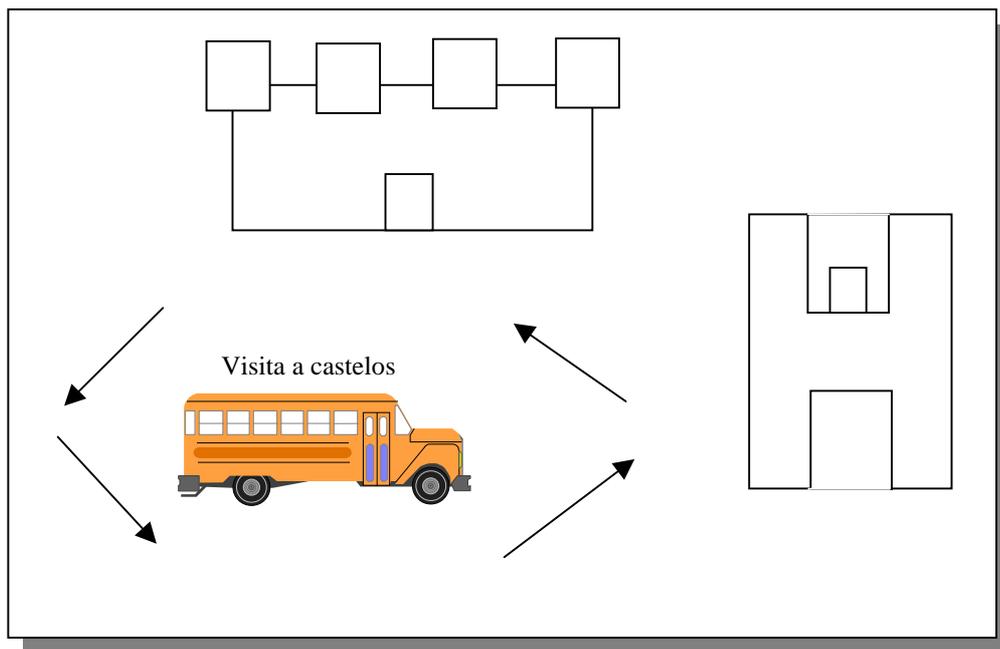


Figura 2.2: Metáfora de viagem. Quando o utilizador selecciona o autocarro identificado por visita a castelos, este é levado a percorrer os nodos disponíveis sobre castelos.

2.2.2.2 Interface de recuperação

O sistema de recuperação tradicional provê uma linha de comando da qual um utilizador especifica o seu inquérito. O sistema recupera então os itens do espaço de informação que satisfazem o inquérito. Os sistemas de hipertexto proporcionam o aumento destas

facilidades, ajudando o utilizador a formular os seus inquéritos, através na navegação de redes semânticas que caracterizam o conteúdo de informação do sistema.

Num exemplo fictício, é visualizado um ecran com informação sobre hipertensão. O utilizador tem opção de navegar a rede semântica ou então seleccionar um termo directamente. Suponhamos que o utilizador selecciona o termo hipertensão. A seguir, a vizinhança conceptual do termo hipertensão é visualizada no ecran. Esta vizinhança inclui tanto os termos hierarquicamente relacionados com hipertensão, como a constelação de termos conectados por "etiology", "prognosis" e "treatment" e outras ligações que são apropriadas para a doença hipertensão (Figura 1.1).

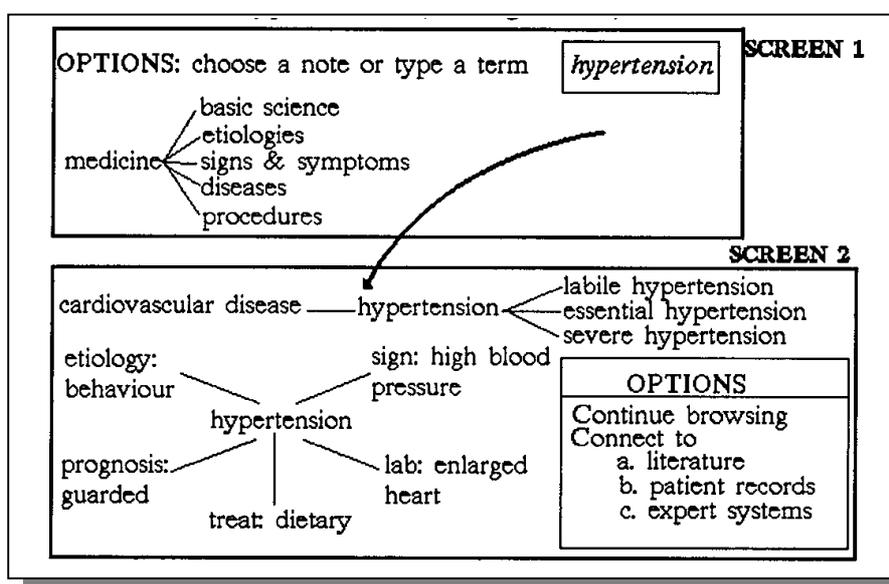


Figura 1.1: Interface de recuperação para um termo com muitas ligações. No primeiro ecran é visualizada a informação pedida pelo utilizador sobre hipertensão. No segundo ecran são apresentados os nodos relacionados com a hipertensão.

Se o utilizador escolhe agora prosseguir pela ligação "lab" da hipertensão, aparece outro ecran que mostra ligações específicas de "lab", nomeadamente "xrays" e "chemistry" e termos específicos como "enlarged heart" (Figura 1.2).

Simultaneamente aparece neste ecran, uma barra de tempo e os títulos de documentos. Os utilizadores podem interagir com a barra de tempo para especificar as datas de publicação para os documentos recuperados.

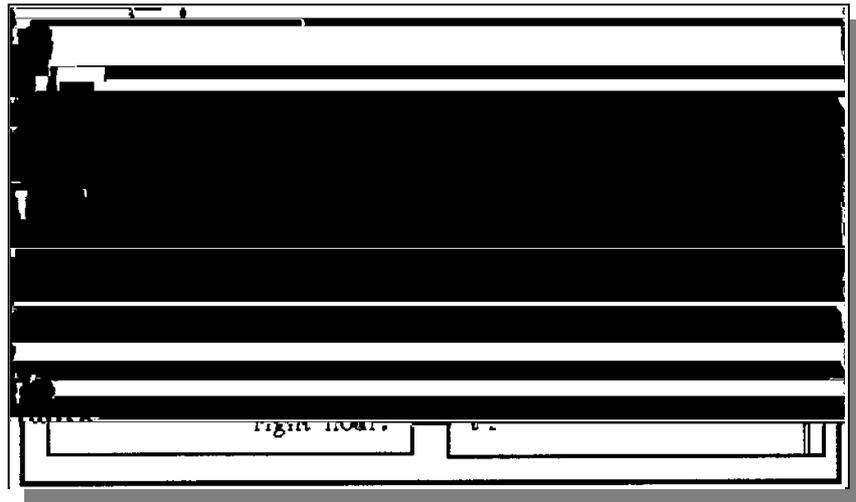


Figura 1.2: Expansão das relações. O utilizador seguiu as ligações sobre hipertensão, tendo descoberto informação relacionada sobre o coração.

O sistema *Worldviews* usou um *thesaurus* (enciclopédia) como mapa conceptual de um espaço de informação para suporte de pesquisa e navegação do espaço de informação. Os três componentes básicos do *Worldviews* são o indexamento automático, o sistema de recuperação de informação e o interface do utilizador, tudo suportados pelo *thesaurus*. As entradas no *thesaurus* são atribuídas a documentos como descritores de conteúdo por indexação automática. Um documento que explicitamente se refira a "rosas" e "margaridas", mas não "flores" é indexado debaixo do termo mais largo como também debaixo dos termos de maior detalhe.

O sistema de recuperação do *Worldviews* utiliza o *thesaurus* para interpretar os inquéritos dos utilizadores como conjunções de entradas do *thesaurus* e a seguir lista os apontadores para os documentos que contêm essas condições. São também exibidos subtópicos que estão associados com o tópico do inquérito assim como os relacionados com esse tópico, a um nível de detalhe. Os utilizadores podem ter acesso a documentos e podem explorar subtópicos e documentação adicional em linha. Os subtópicos podem levar a outros subtópicos mais específicos de nível mais profundo e que, desta forma, podem ser igualmente explorados.

A interface para um sistema de recuperação deve tornar aparentes as opções pertinentes para um utilizador. Por exemplo, a interface pode tornar fácil para os utilizadores pedir informação escrita num dado período de tempo. Porém, a parte mais complexa da interface de recuperação tem que apoiar o acesso através de descrições de conteúdo.

Quando uma rede semântica de grande dimensão é acedida através de um ecrã de computador, o utilizador pode precisar de mudar os conteúdos do ecrã muitas vezes para descobrir os nodos de interesse. Esta dificuldade foi substanciada em experiências do impacto de profundidade de menus no desempenho e que indicou que, efectivamente, os erros e o tempo de execução das tarefas aumentaram com o aumento da profundidade dos menus. Para contrariar este problema, pode ser permitido ao utilizador o recurso a modos alternativos de apresentação de dados.

2.2.3 Sistemas de autoria

Os primeiros sistemas de produção de documentos surgiram nos anos sessenta. Estes eram extensões simples de ferramentas de edição de programas, basicamente formataadores de baixo nível. Os formataadores são programas que podem interpretar comandos embutidos no próprio texto. Por exemplo, o comando ".ce" pode ser inserido num texto, e quando o texto é processado pelo formataador do documento, o comando ".ce" leva a que a próxima linha de texto seja centrada na página. Nos últimos trinta anos, os formataadores evoluíram e diversificaram-se, com um alto grau de sofisticação. Os comandos foram melhorados para aproveitarem as possibilidades oferecidas pelas novas gerações de tecnologia de impressão e para manipular outros elementos além do texto, em documentos compostos.

Num sistema de produção de documentos baseado num formataador, a entrada de dados e actualização da descrição do documento é realizada por um editor em separado que pode submeter o documento ao formataador. Um desenvolvimento deste processo foi a combinação das funções do editor e do formataador, para produzir editores/formataadores que foram os percursores dos actuais processadores de texto.

Baseados inicialmente no uso de monitores com capacidade gráfica para exibir uma imagem que corresponde ao que seria produzido numa impressora laser, a maioria dos processadores de texto actuais possui como característica visualizar o texto na forma como é impresso; WYSIWYG (*what you see is what you get*). O WYSIWYG é a aproximação moderna para a produção de documentos. Um comando num sistema WYSIWYG é interpretado imediatamente, quando é invocado. Por exemplo, um comando para centrar uma linha imediatamente centra a linha em causa, no ecrã; embora o comando de centrar nunca seja explicitamente representado no texto.

Foi, desta forma, efectuada uma evolução desde o interface que apresenta só texto, até ao interface WYSIWYG, que representa dinamicamente as mudanças provocadas no aspecto dos documentos. O próximo passo são as ferramentas de autoria, que oferecem ao utilizador a possibilidade de utilizar ligações dinâmicas. Num documento tradicional, deve ser procurado um apontador para outra parte do documento de forma manual, mas num sistema de hipertexto, a ligação é definida pelo autor e então o utilizador, enquanto leitor, pode referenciar a ligação e o computador realiza o seu seguimento.

O *Intermedia* foi desenvolvido no meio dos anos 80 na Brown University. Um documento é criado com o *Intermedia* num ambiente de manipulação directa. As operações de copiar e colar podem ser realizadas de uma aplicação para outra. Podem ser criadas ligações entre quaisquer dois blocos. Um bloco é definido como um qualquer material que o utilizador selecciona dentro de um documento.

Uma selecção provê a fonte de uma ligação e outra selecção determina o bloco de destino. Uma ligação bidireccional é criada de forma a poder ser seguida em qualquer um dos seus sentidos, por escolha do utilizador. O *Intermedia* apoia a criação de gráficos e a animação. Também pode ser definido um percurso como uma sucessão de ligações.

O primeiro produto de autoria hipertexto para um computador pessoal, com sucesso, foi o *HyperCard*. O *HyperCard* apresenta a informação em cartões e vários cartões podiam ser visualizados simultaneamente no ecrã. Nos cartões podem ser inseridos ícones ou botões, sendo permitida a ligação entre cartões. Uma ligação entre dois cartões numa pilha (conjunto de cartões) é criada entrando em modo de ligação, definindo um botão num cartão e apontando então, a outro cartão.

O significado de uma ligação pode ser estendido além "goto" cartão, adicionando um procedimento para a descrição da ligação. Por exemplo, é possível estabelecer efeitos de transição entre o aparecimento de segundo cartão e o desaparecimento do primeiro cartão, no ecrã. Um desses efeitos é o desvanecimento (*fade-out*) em que a imagem do primeiro cartão é gradualmente substituída pela imagem do segundo cartão.

2.2.4 O sistema MUCH

Uma sucessão de sistemas de autoria de hipertexto foi desenvolvida sobre a designação de *MUCH* (*Many using and creating hypertext*). As primeiras versões usavam diversas plataformas de hardware e software, como sistemas de base de dados relacionais em computadores de médio porte e o *Hypercard* no Macintosh. A versão actual baseia-se em estações de trabalho UNIX e possui uma base de dados própria.

O sistema *MUCH* é baseado no modelo de Dexter. Uma rede de nodos e ligações é definida na camada de armazenamento. Uma camada de componente interna, contém o conteúdo de *media* actual para os quais, os nodos apontam. Os nodos interligados formam uma rede semântica estendida com cada nodo como uma unidade semântica associada com o término do parágrafo existente. Para adicionar uma nova ligação para um documento, o utilizador selecciona a opção "criar ligação" (Figura 1.1). Outras opções de autoria apoiam a criação de nodos, a eliminação de nodos ou ligações, e assim por diante.

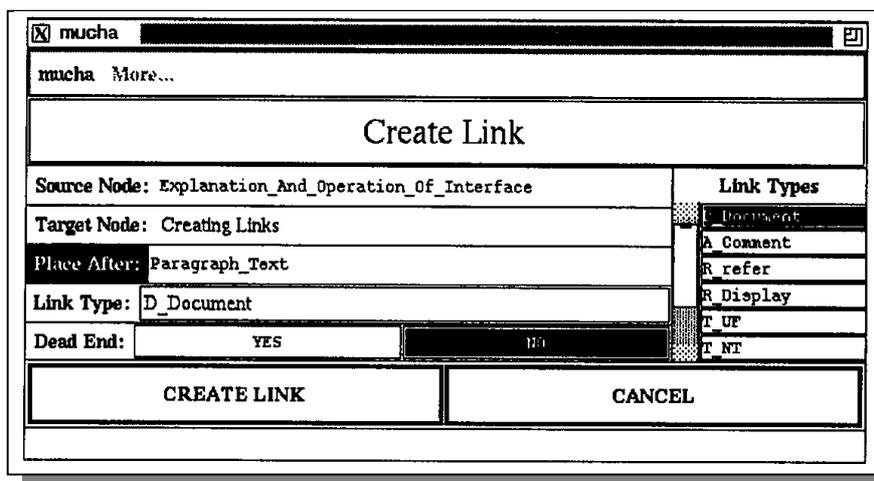


Figura 1.1: Criando uma ligação expansão das relações. O utilizador cria uma nova ligação utilizando esta caixa de diálogo, especificando o nodo de origem e o novo alvo. Também é possível especificar uma sequência para a ligação utilizando o campo *Place after*.

Um vista do documento pode ser gerada por travessia da rede semântica, seguindo uma determinada estratégia. Um documento consiste apenas num conjunto de conteúdos de nodos interligados entre si, com determinadas relações.

Na base de informação, os tipos diferentes de material são representados através de tipos variados de ligações. Quando um utilizador precisa de gerar um documento, pode fixar um critério para especificar qual ou quais os tipos de ligação que o programa de

travessia deverá seguir. Por exemplo, é possível gerar um documento com ou sem as anotações de outros autores, seleccionando a opção de anotações para o programa de travessia, numa caixa de diálogo.

Quando o sistema *MUCH* é iniciado, a informação de hipertexto é apresentada em duas janelas separadas com um sistema do tipo olho de peixe, numa das janelas e o conteúdo de um nodo seleccionado na outra. Quando o utilizador selecciona um nodo na primeira janela, o conteúdo que lhe está associado aparece na segunda janela (Figura 1.2). Embora no interface, a rede lógica seja apresentada como uma árvore, os dados da rede lógica na verdade uma rede sem restrições em lugar de uma árvore.

O esboço na navegador hierárquico (primeira janela ou janela de esboço) é apenas uma vista específica da (parte de) rede lógica. Para permitir que os utilizadores sigam as ligações que não são visualizadas nesta janela, existe um navegador da rede (Figura 1.3). No navegador da rede, o utilizador pode ver os múltiplos pais de um nodo e pode descobrir um caminho cíclico (um ciclo não pode ocorrer numa árvore mas é possível num grafo).

The image shows a dialog box titled "much" with a subtitle "much More...". The main title is "Traversal Options". The dialog contains the following fields and options:

- Start Node:** much
- Depth:** [input field]
- Linktypes:** Document, Annotation, The graph, Reference
- Author & Date of:** Node, Link, at: Creation, Last Update, Filter: Yes, No
- Author(s) (in user-name):** [input field]
- Date (yy/mm/dd [-yy/mm/dd]):** [input field]
- Words in Node Name:** [input field]
- Information on Outline:** Author, Date, Credit
- Words in Node Contents:** [input field]
- Buttons:** GENERATE OUTLINE, CANCEL

Figura 1.2: Caixa de diálogo de travessias. Permite especificar um nodo de início, os tipos de ligação e qual o espaço de informação envolvido.

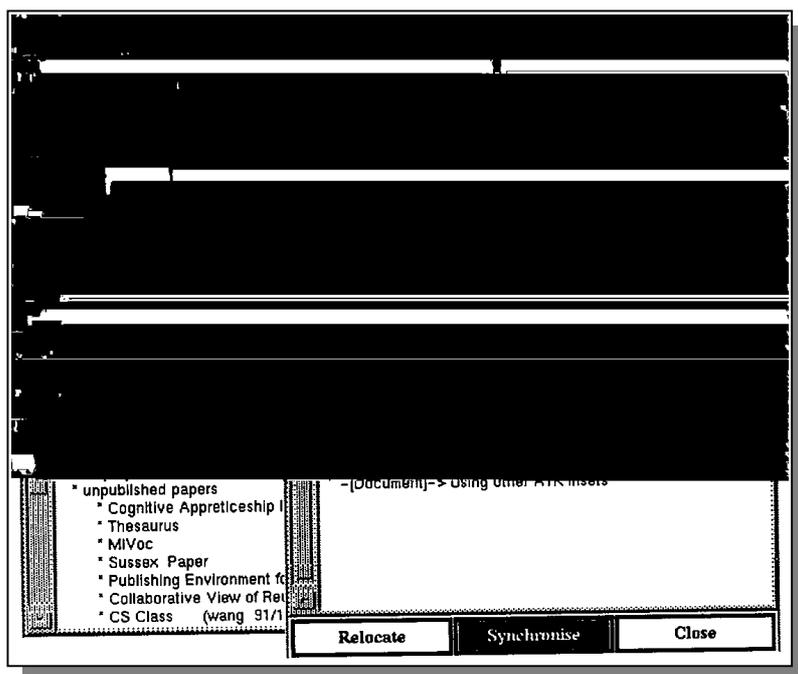


Figura 1.3: A janela do sistema MUCH. Os asteriscos antes dos nodos, indica que estes se podem retrair. O nodo *editing documents* foi seleccionado e o seu conteúdo é visualizado na janela de *display*. A janela *network browser* fornece outra vista da rede semântica, do nodo *editing documents*.

Para ajudar os utilizadores a descobrir tópicos de interesse do potencialmente enorme espaço de informação, o sistema *MUCH* possui uma janela de índice de palavra na qual são listadas todas as palavras na base de dados. Uma vez a palavra seleccionada, são mostradas as ocorrências da palavra seleccionada na frente na janela de esboço como um número de vezes que ocorre essa palavra em cada nodo (figura 21).

De facto, o número de ocorrências aparece não só no nodo incluída a palavra seleccionada como também nos nodos seus antepassados para que se possa descobrir o nodo de interesse facilmente quando este se encontra debaixo de um nodo de mais alto nível.

Porém, o número mostrado no nodo de antepassado é número de ocorrências na sub-árvore inteira. Esta forma de visualização da distribuição de palavras provou ser extremamente útil em tarefas de pesquisa.

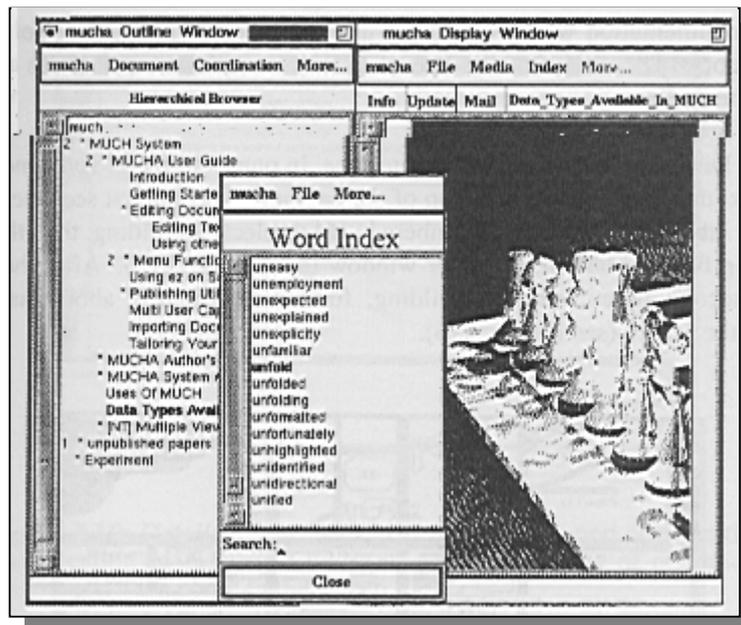


Figura 1.4: Índice de palavras. Este utilitário do sistema *MUCH* ajuda os utilizadores a descobrir determinado tópico na base de informação. A palavra *unfold* foi escolhida e o sistema mostra que esta ocorre duas vezes na função de menu e uma nos artigos por publicar.

2.2.5 Educação

A educação é basicamente uma actividade relacionada com o aumento do modelo do mundo de um estudante. O professor precisa de apresentar experiências ou modelos para os quais o estudante pode relacionar e dos quais o estudante estabelece nova reflexão, aumentando o seu conhecimento. Os sistemas de computador que apresentam informação interligada podem adoptar esta perspectiva, mais rica, e suportar a necessária interactividade de uma forma que a informação tradicional não consegue.

2.2.5.1 Instruções de ramificação

A Universidade de Drexel tem desde já há alguns anos, exigido que os novos alunos tenham acesso a um computador pessoal. Uma necessidade criada por esta política era a de apresentar a estes estudantes, as capacidades dos computadores. Para este fim, a Universidade criou um serviço de suporte do qual o *Drexel Disk* fazia parte. O Disco de Drexel foi distribuído a todos os caloiros da Universidade de Drexel, de 1984 a 1989.

Um dos objectivos, do projecto do Disco de Drexel era criar marcos de orientação para os utilizadores. Um outro objectivo era transferir o esforço de comunicação e de organização para o computador, em substituição do utilizador. A estrutura do menu

utilizada possuía poucos níveis de profundidade e era larga. Foram previstos múltiplos caminhos para cada ponto. Recorreu-se ao uso intensivo de gráficos para proporcionar informação sobre o espaço e tempo. Nenhuma documentação foi dada ao utilizador, uma vez que era pretendido que o sistema fosse auto-explicativo. O projecto do Disco de Drexel seguiu os (bons) princípios da interacção homem máquina.

O Disco de Drexel possui um interface atraente. Num exemplo de alguém a usar o Disco de Drexel, o utilizador é transportado para um mapa do campus. O estudante vê a universidade com ruas etiquetadas e edifícios numerados. Se ele selecciona um edifício, então o nome daquele edifício aparece primeiro na janela mais baixa (Figura 1.1). Depois de clicar o rato uma segunda vez, num qualquer lugar do edifício, é obtida informação adicional sobre esse edifício (figura 23).

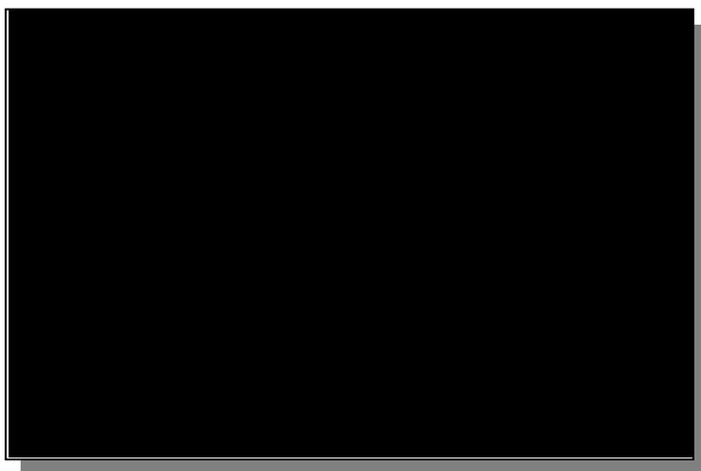


Figura 1.1: Pormenor do mapa da Universidade de Drexel. O cursor está colocado sobre a área da biblioteca (15).

O Disco de Drexel foi usado com sucesso por estudantes para obter informação sobre instalações de computadores pessoais na Universidade de Drexel. Porém, desde que o software foi desenvolvido lá e não foi usado noutra parte, a Universidade Drexel permaneceu responsável pela sua manutenção, isto é, qualquer modificação no software. Adicionalmente, como com qualquer serviço de directório, este deve actualizar a informação do directório de um modo regular. Por exemplo, as horas de funcionamento da Biblioteca podem mudar, e a informação no Disco de Drexel sobre a Biblioteca precisaria então também de ser mudada (Figura 1.2).

Uma vez que a manutenção de informação do Disco de Drexel era cara, os responsáveis decidiram em 1989 trocar o produto desenvolvido por um sistema de software comercial, o *HyperCard*. Os utilizadores mais sofisticados poderiam tirar proveito então das bem documentadas e populares características do *HyperCard* para eles próprios realizarem actualizações ao sistema de informação e proporem essas alterações para serem incluídas no próximo lançamento do directório. Desta forma, a universidade deixou de ser responsável pelo desenvolvimento do software de sistema. No ano académico de 1989/90, todos os caloiros da Universidade de Drexel receberam o directório do campus, em computador, sobre o formato de uma pilha de *HyperCard*.

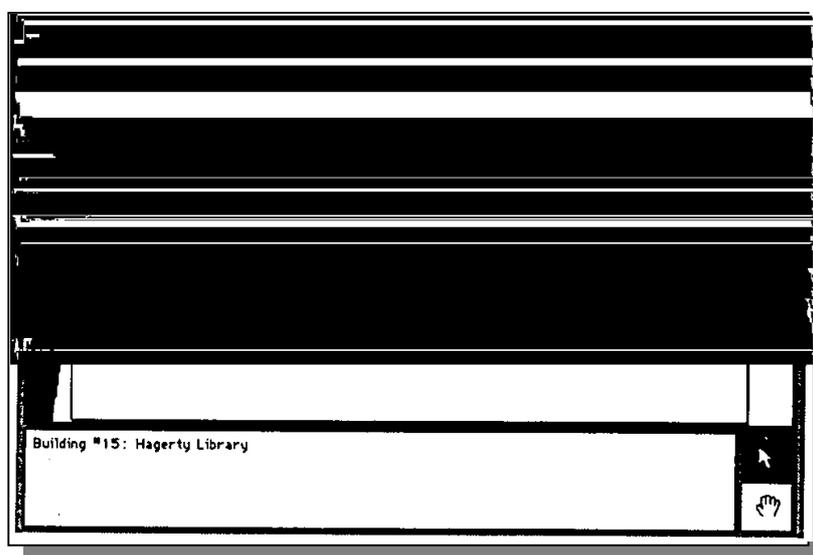


Figura 1.2: Detalhes associados ao mapa da Universidade de Drexel. Após a selecção da biblioteca são obtidas informações sobre esta, nomeadamente o seu horário.

Em instrução assistida por computador com ramificações, a informação é apresentada ao estudante, seguida por perguntas. Na selecção de uma resposta, o programa faz um comentário sobre a sua conveniência. Desta forma, o estudante obtêm correcção (realimentação) específica para os seus próprios erros. Em instrução assistida por computador com ramificações, a extensão de controlo do estudante e as características do interface pode ser ajustada pelo autor ou professor para adequação às exigências do estudante.

O Disco de Drexel inclui exemplos simples de instrução assistida por computador com ramificações. Por exemplo, se o utilizador escolhe a opção "*Verdade ou consequência*" do ecrã de "*Direitos e responsabilidades*", é-lhe apresentado um conjunto de questões

que testam o seu conhecimento dos assuntos oferecidos algures, no mesmo disco. A primeira pergunta é sobre a compra de uma peça de software de outro estudante para pouco dinheiro (Figura 1.3). Se o utilizador responder falso, então o computador verifica que a resposta está incorreta e informa o utilizador adequadamente (Figura 1.1).

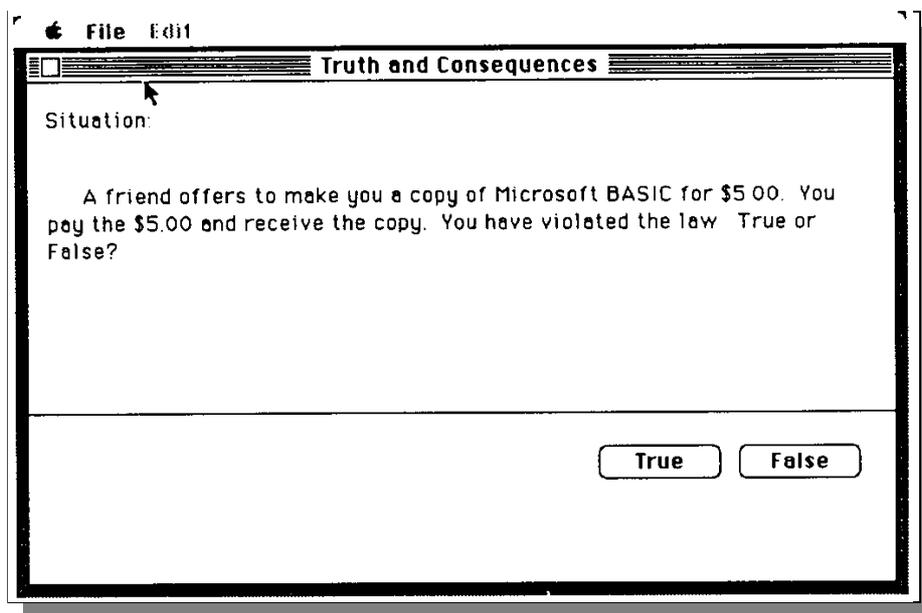


Figura 1.3: Uma questão para responder verdadeiro ou falso.

2.2.5.2 Simulação

O recurso ao modelo de simulação é uma das aplicações mais eficazes na instrução assistida por computador. Por exemplo, um computador pode modelar um processo fisiológico ou uma experiência farmacológica realisticamente, ou até mesmo um paciente. Os modelos de simulação podem ser interativos e dar resposta ao estudante, fornecendo avaliações sobre as decisões levadas.

Na escola médica de Ancona, foram escritas lições sobre artrite que seguem a arquitectura de hipertexto do programa *Guide*. Esta arquitectura possibilita a organização da informação em vários níveis usando notas, botões e referências cruzadas. Interatividade e imagens de alta-definição foram incluídas para ajudar o estudante, em particular para ilustrar os procedimentos médicos com imagens de radiografias. No geral, as lições foram bem aceites pelos estudantes.

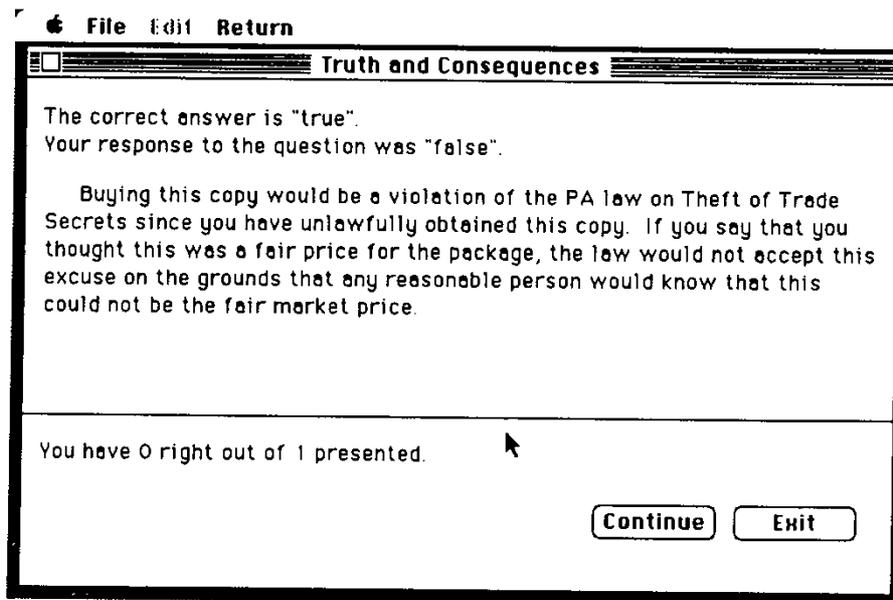


Figura 1.1: Resultado da resposta efectuado pelo estudante. O programa esclarece a razão pela qual a questão foi mal respondida.

O software *Guide* também foi usado para preparar um questionário sobre o tratamento médico das doenças. Em reuniões para tratar de doentes com reumatismo, o questionário de papel foi acrescentado com uma projecção aberta das mesmas questões no formato hipertexto. As palavras chave dentro de cada pergunta agiram como botões que poderiam ser seleccionados para exibir respostas e comentários. Por exemplo, uma lista de efeitos secundários induzida por uma droga poderia ser ampliada seleccionando a palavra efeitos colaterais, e introduzindo os comentários que forem necessários.

Outra simulação refere-se a um homem jovem que teve um forte ataque asmático, depois de um passeio (Figura 1.2). A estação é a primavera e o passeio foi realizado numa zona rural, ambos os factos sugerem uma origem alérgica para a doença. Se a escolha do estudante é executar a folha clínica ou o teste da pele, os comentários do tutor computadorizado serão de que a escolha realizada é errada, pois a prioridade é aliviar os sintomas do paciente.

Deveria ser executado um exame físico e imediatamente realizado o tratamento apropriado. Uma vez a prescrição dos resultados de medicamento correcta e se conseguir a normalização do som respiratório, o tutor dá os parabéns ao estudante e a respectiva folha clínica pode ser impressa. O tutor enfatiza as perguntas chave que deveriam ser realizadas, para determinar a possível origem alérgica de uma doença

respiratória. O estudante executa o teste de pele e avalia as reacções. O diagnóstico dos pólenes de alergia pode ser feito e o tratamento correcto planeado.

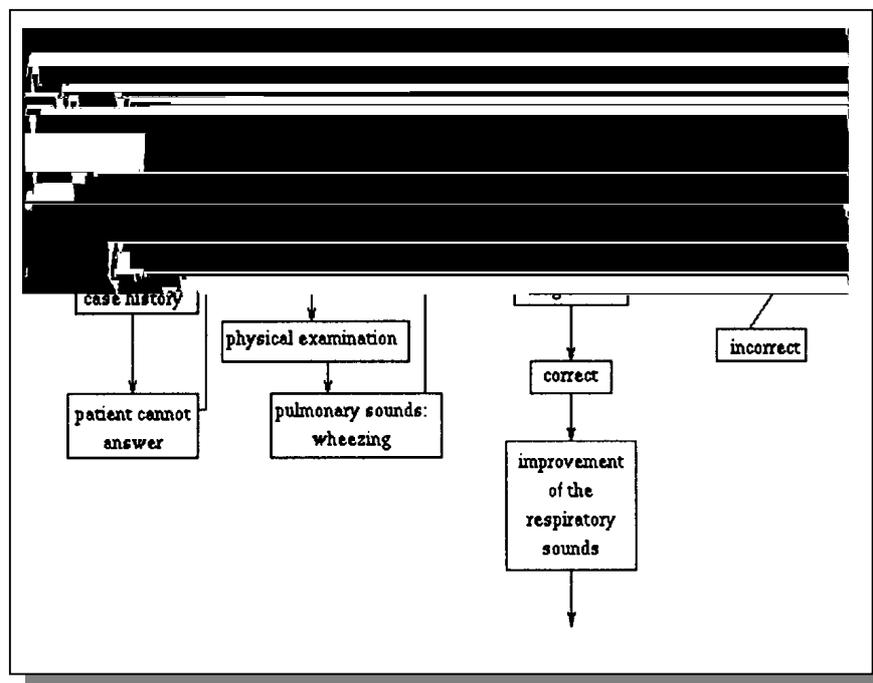


Figura 1.2: Fluxograma descrevendo todos os caminhos que o estudante pode percorrer, durante o diagnóstico de doentes asmáticos.

As experiências na Escola Médica de Ancona foram positivas. Foi concluído que o hipertexto constituía um ambiente de aprendizagem efectivo e poderoso que poderia ser usado para completar, mas não substituir, os métodos tradicionais. Um dos estudantes referiu mesmo, que o sistema de hipertexto proporcionou uma ligação entre a teoria e a prática.

2.2.5.3 Patologia

Em 1985 a escola médica de Cornell iniciou experiências com a ideia de usar computadores para tornar o processo de aprendizagem mais eficiente. Como resultado, os estudantes do curso de introdução à Patologia puderam matricular-se numa versão electrónica do curso. Foram disponibilizados computadores Macintosh, ligados a uma base de dados, em vários locais do campus, para os estudantes terem acesso ao sistema. Os estudantes podem consultar em linha, livros, resultados de experiências em laboratório, simulações, ou podem testar o seu conhecimento de fisiologia vendo dissecações em linha.

Sete gigabytes de imagens e material bibliográfico podem ser pesquisados de forma inteligente, efectuarem-se referências cruzadas dessa informação e imprimir os resultados obtidos. O software utilizado inclui aplicações escritas em *HyperCard*, *Guide* e outras ferramentas de software desenvolvidas pela própria instituição. O ecran de início da aplicação de acesso à base de dados permite aos estudantes indicar qual curso pretendido. Está disponível uma selecção de materiais para bioquímica, anatomia, neurociência, fisiologia, radiologia e patologia.

Uma das aplicações em linha é um texto electrónico de patologia chamado *HyperPath* que inclui grandes porções de uma versão de bibliografia clássica e importante da área da patologia, desenvolvido em *Guide* e que inclui texto e imagens adquiridas do próprio livro. Os professores podem acrescentar texto e nodos de gráficos quando necessário. Novos termos podem ser ligados com anotações para acrescentar definições e citações. O livro de ensino é estruturado num sistema de três camadas que contém as conferências do instrutor, o próprio livro de ensino e as citações mais pertinentes.

Um arquivo visual chamado *Carrossel* inclui mais de 3000 imagens. As imagens podem ser relacionadas com perguntas. Podem ser visualizados órgãos doentes no ecran e pedir ao estudante para fazer o diagnóstico. As imagens também podem ser usadas para estudar anatomia ou comparar imagens de células de tecido normais e anormais. As imagens são introduzidas no *Carrossel* com recurso à digitalização, podendo ser retocadas usando um software de processamento de imagem.

Um outro programa é usado para executar experiências de laboratório simuladas que, caso contrário, seriam executadas em gatos vivos. O sistema pode ser usado para teste de resposta a várias drogas em simulações de músculos de gato. Os estudantes escolhem qual a droga a injetar e em que quantidade, e então o músculo é simulado eléctricamente, sendo registados os resultados num quadro de controlo simulado. Um maior controle de resultados pode ser alcançado desta forma em alternativa ao uso de músculos reais de um gato. Inclusivé, nos aspectos dinâmicos (obtenção de valores aleatórios) que simulam o trabalho laboratorial: quando se corre o programa, nunca são obtidos os mesmos resultados.

Ainda outro programa consiste num sistema de simulação de pacientes no qual são apresentados aos estudantes situações que requerem intervenção médica. São fornecidos

aos estudantes folhas clínicas escritas e são usados formulários para pedir testes de diagnóstico. Uma vez os testes concluídos e todas as perguntas respondidas, o computador compara as acções dos estudantes com um percurso recomendado de acção e realiza um relatório com sugestões.

2.2.6 Engenharia de software

A engenharia de software é uma área natural para o hipertexto. Esta secção descreve um sistema de autoria de hipertexto para a documentação de software que proporciona documentação com novos formatos e mais poderosa. A seguir é descrita a utilidade mais geral do hipertexto para interligar toda a informação gerada no ciclo de vida do software.

2.2.6.1 Manuais de software

A documentação em linha tornou-se crescentemente atraente como alternativa aos convencionais livros impressos nos centros de documentação devido aos custos de publicação cada vez mais elevados e à crescente preocupação ambiental. Em contraste com hipertexto desenvolvido para estudantes, que dá ênfase na navegação para efeitos de aprendizagem, o hipertexto comercial têm que ter uma forte orientação à tarefa e tem que permitir a obtenção de uma solução rápida dos problemas do utilizador.

Estes problemas são geralmente específicos, exigem um acesso rápido à resposta, garantindo que a informação obtida seja apenas a necessária. A falta de uma forte orientação à tarefa, na construção do hipertexto, resulta em sistemas difíceis de utilizar. Para dar resposta a este problema, a divisão de Operação de Sistemas de Computador da Hewlett-Packard desenvolveu uma metodologia baseada em regras que assegura um grau elevado de orientação de tarefa.

Entrevistas realizadas a gerentes da Hewlett-Packard revelam que estes tinham preocupações especiais com a confiabilidade dos manuais. Se os utilizadores dos manuais incorrem num erro com gravidade como apagar todos os seus dados críticos, enquanto seguiam instruções no manual, então a empresa que produziu o manual pode ser processada.

Uma vez que o hipertexto pode indicar percursos de forma mais explícita por um "espaço" de texto do que um documento de papel faria, os autores têm maior poder para apresentar caminhos importantes e relevantes mas também maior risco de prover um caminho que erradamente assume algum percurso prévio realizado pelo utilizador.

Resultado de entrevistas com utilizadores de sistemas de hipertexto, surgiu um conjunto de objectivos para garantir a facilidade de uso, em hipertextos de grande dimensão. Estes objectivos incluem os seguintes:

- Assegurar que o utilizar completa cada uma das tarefas;
- Assegurar um tempo apropriado para completar uma tarefa;
- Satisfazer as expectativas do utilizador;
- Ganhar a aceitação do utilizador e a sua confiança no sistema;
- Evitar a desorientação do utilizador.

Estes objectivos devem ser alcançados se se pretender que os utilizadores (clientes, no mundo comercial) estejam satisfeitos com o uso de informação em formato de hipertexto. O método de autoria, descrito a seguir, incorpora estes objectivos de facilidade de uso em regras específicas, com uma conformidade que pode ser medida usando ferramentas de software.

A análise de tarefa é um método importante no desenvolvimento de requisitos e concepção de software que ajuda a assegurar que o software seja fácil de usar. Na Hewlett-Packard, a ênfase na facilidade de uso, conduz a uma maior atenção na análise de tarefa em muitas frentes do desenvolvimento de software e outros tipos de desenvolvimento de produto. Em particular, a análise de tarefa é a primeira fase do processo de autoria.

Quando o software está a ser desenvolvido, os escritores, em conjunto com os engenheiros de produto e especialistas de marketing, seleccionam clientes como assuntos para uma análise de tarefa. Tipos de clientes diferentes são escolhidos, como administradores de sistemas ou programadores com um nível específico de experiência. Estes clientes são observados no trabalho em que usam um produto actual ou então são observados num laboratório controlado, usando um protótipo de um novo produto. A estes utilizadores é questionado quais as tarefas mais difíceis de realizar, quais são as

mais comuns e quais as mais sujeitas a erros. Para cada tarefa, é pedido ao cliente que descreva os passos exigidos para a levar a cabo.

Na tarefa principal de autoria, os escritores técnicos criam o hipertexto de acordo com um conjunto de regras. Uma das regras refere que cada tarefa primitiva (uma tarefa que não contém nenhuma outra tarefa) deve ser representada como um nodo separado. Outros regra especifica que para cada nodo de tarefa, devem ser definidos um nodo de exemplos associado, um nodo de detalhe e um nodo de erros. Cada objecto da análise de tarefa também deve ser representado como um nodo no hipertexto. Como o processo de autoria continua, o escritor cria cada nodo exigido e escreve o conteúdo para este.

Uma regra mais complexa define um caminho de tarefa específico como uma sucessão de tarefas primitivas. Como um exemplo, a tarefa de alto nível "*criar uma nova conta*" no sistema operativo pode conter várias tarefas primitivas:

- Criar uma conta nova
- Criar um novo utilizador
- Criar um grupo *home*
- Atribuir direitos de acesso

Na codificação deste exemplo, o autor cria um nodo para o caminho tarefa específico "*criar uma nova conta*", e nodos separados para cada uma das tarefas primitivas. O nome do caminho tarefa específico aparece no índice.

O processo de autoria deve produzir o hipertexto com um grau melhorado de facilidade de uso, desde que sejam empregues as regras em que estão baseados os objectivos da facilidade de uso. A validação de que um volume de hipertexto obedece às regras de autoria apenas pode proporcionar uma validação limitada à facilidade de uso. O teste com utilizadores é o único meio de verificar a facilidade de uso.

2.2.6.2 Sistemas de suporte à Engenharia de Software

De uma forma geral, o software de sistema, desde os sistemas operativos até aos vários utilitários, pode ser pensado como um sistema que apoia o desenvolvimento de software. Porém, existem sistemas que são especificamente projectados para apoiar o desenvolvimento de software de forma integrada. O CASE (*Computer-Aided Software*

Engineering) é um termo genérico para designar os ambientes integrados para o desenvolvimento de software.

As vantagens do uso de sistemas de hipertexto como interfaces de bases de dados, nas ferramentas CASE, são: a flexibilidade na manipulação da diversidade de representações dos documentos de software e a capacidade de os relacionar. O *Neptune* e o *Dynamic Design* são sistemas de hipertexto cujo objectivo é apoiar o desenvolvimento de software. O nível básico do *Neptune* e do *Dynamic Design* é um servidor baseado em transacções (ou máquina de hipertexto), designado por máquina abstracta de hipertexto (*Hypertext Abstract Machine*). A máquina abstracta de hipertexto associa atributos com cada ligação do nodo, para facilitar a identificação dos dados armazenados e as suas relações com outros dados armazenados no sistema.

A interface de utilizador do *Neptune* suporta quatro navegadores: um navegador gráfico, um navegador de documento, um navegador de nodo e um navegador de diferenças (revisões e comparação):

- navegador gráfico visualiza um gráfico dirigido, dos nomes dos nodo visíveis apartir de um nodo inicial.
- navegador de documento suporta a sucessiva aplicação de um conjunto de nodos candidatos cujos nomes são exibidos numa série de janelas. Cada janela exhibe os nomes de nodos que satisfazem o predicado especificado quando este foi aplicado aos candidatos.
- navegador de nodo visualiza o conteúdo de um nodo e permite ao utilizador editar o conteúdo ou ligar um nodo com outro nodo.
- navegador de diferenças de nodo exhibe as diferenças entre duas versões dos mesmos nodos colocando dois navegadores de nodo lado a lado e destacando as discrepâncias entre as duas versões.

Um mecanismo de inquérito acede directamente a um conjunto de nodos. No caso do *Dynamic Design*, os seus nodos contêm todos os componentes de projecto. As ligações são usadas para ligar estes nodos, agrupando nodos relacionados e ligações em contexto.

Uma ligação ou um nodo pode ter um qualquer número de atributos. Os atributos designam os tipos de nodos e ligações. O atributo *componente de projecto* é aplicado a

nodos e possui um dos valores do conjunto de *componente de projecto*, como: {requisitos, projecto, código fonte, testes, documentação}. O atributo de relacionamento *com* é aplicado a ligações e pode ter algum valor do conjunto {leva a, comentários, refere-se a, chama procedimento, segue de, implementa, é definido por}.

Um nodo pode conter qualquer quantidade ou tipo de informação. Uma ligação não é limitada a apontar para um qualquer nodo inteiro mas pode apontar para um qualquer lugar dentro desse nodo. Os contextos são definidos agrupando nodos e ligações, com determinados valores. Por exemplo, os nodos com o valor de *componente de projecto* igual a *código*, são implicitamente agrupados num contexto e cada nodo adquire o atributo *sistema*. Os contextos possuem um papel importante no *Neptune* e no *Dynamic Design*.

2.2.6.3 HyperCASE

O *HyperCASE* é uma arquitectura para uma bancada de trabalho que integra uma colecção de ferramentas CASE. Apoia o desenvolvimento de software na gestão de projectos, na análise de sistemas, no projecto e na implementação. O sistema proporciona um ambiente visual e integrado de engenharia de software que pode ser parametrizado e que é composto por ferramentas livremente associadas para representações que envolvem texto e diagramas. A re-utilização de anteriores projectos e concepções, nas fases iniciais do projecto em estudo, é um dos objectivos mais importantes deste software. A integração de ferramentas para construção interactiva de descrições, num ambiente CASE uniforme exige o cumprimento de certos requisitos fundamentais:

- devem existir classes de documentos diferentes nas diferentes fases de desenvolvimento.
- os documentos devem ser reutilizáveis pelas várias ferramentas no ambiente.
- deve ser possível a navegação entre os vários tipos de documento (Figura 1.1).
- todos os documentos devem ser coerentes e consistentes ao longo do ciclo de vida do software.

Os engenheiros de software precisam frequentemente de ver diferentes representações em paralelo. Por exemplo, um símbolo de processo num diagrama de fluxo de dados

pode ser visto em conjunto com o código associado com os processos, ou a sua representação num diagrama de estados, ou a sua descrição numa secção de uma especificação de requisitos do sistema ou um parágrafo correspondente à descrição do estudo de viabilidade, ou qualquer conjunto destes elementos.

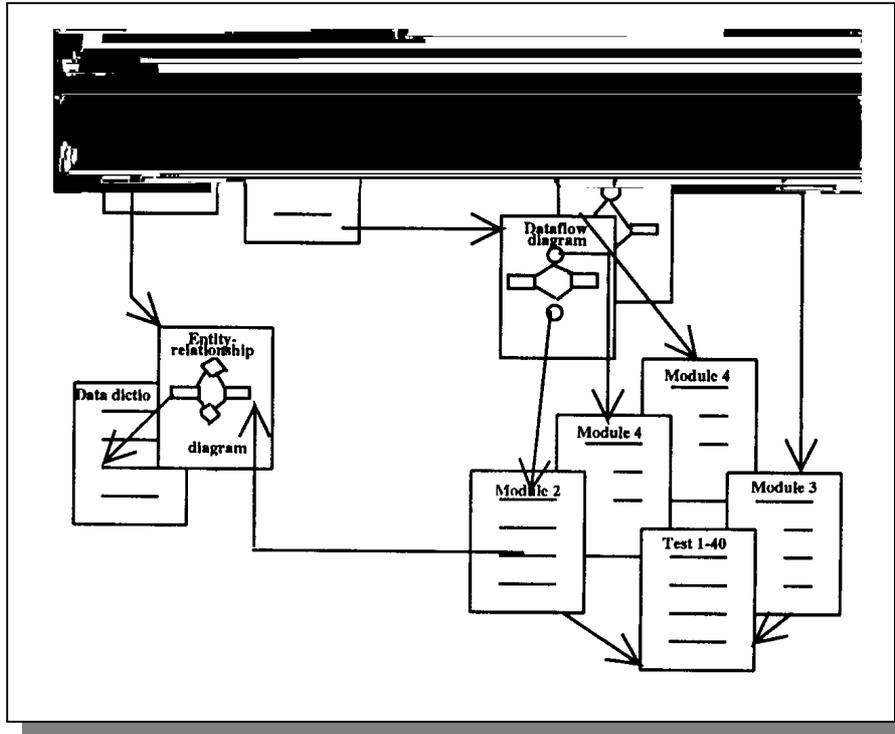


Figura 1.1: A navegação entre documentos de software. Os rectângulos correspondem aos documentos (componentes) e as setas a ligações de um componente para outro.

A arquitectura do *HyperCASE* contém três subsistemas: *HyperDict*, *HyperEdit*, e *HyperBase*. O *HyperDict* armazena todos os documentos do *HyperCASE* e é o seu dicionário de dados. O *HyperEdit* é um sistema de autoria que oferece um editor de texto e editores de diagramas para apoio dos métodos de desenvolvimento de software. Cada editor é uma instanciação do ambiente gráfico do *HyperEdit*, projectado para manipular classes de objectos específicas que possuem uma gama de atributos e comportamentos definidos. Novos tipos de objectos bem como os seus componentes podem ser descritos por utilizadores autorizados.

O *HyperBase* é um repositório de conhecimento de documentos de software organizados em forma de hipertexto. Inclui ferramentas básicas e ferramentas de CASE. As ferramentas básicas possuem os mecanismos para organizar um sistema de hipertexto genérico, enquanto as ferramentas de CASE ajudam a assegurar que um

documento é consistente e completo e que os componentes de um projecto são reutilizáveis.

As ferramentas básicas incluem o gestor de documentos, o gestor de configuração e monitor de projecto. O gestor de documentos analisa índices, agregações e armazena gráficos e texto para permitir a ligação e navegação entre documentos. O gestor de configuração controla o estado actual do repositório de conhecimento e determina as dependências na estrutura do projecto. Aplica as heurísticas para assegurar as descrições do sistema, as suas versões e que os produtos definidos são consistentes. Os sistemas completos de suporte a todo o ciclo de engenharia de software geralmente omitem a documentação de projecto intermédia. O monitor de projecto força os utilizadores a documentar as suas decisões e as razões para as tomarem

2.2.7 Conclusão

O acesso à informação exige a consideração de aspectos quantitativos e qualitativos. O computador pode esquadrihar muito mais eficazmente volumes enormes de texto para um padrão pre-especificado de caracteres que o ser humano sem ajuda. Mas até recentemente os computadores não eram capazes de permitir aos utilizadores, por várias razões, a navegação de grandes volumes de informação:

O alto custo do tempo de computação e das ligações de comunicações tornou pouco económico permitir aos utilizadores o tempo para navegarem nos dados.

Por outro lado, ainda não tinham sido desenvolvidas interfaces de computador humanos que apoiassem a navegação. Os computadores não tinham entrado em domínios onde a navegação é uma actividade importante.

Porém, agora há uma quantidade vasta de informação a que se pode aceder por um computador e para a qual, a navegação é a estratégia de acesso apropriada.

A ideia de um nodo em hipertexto é a de uma unidade de informação sem certas restrições sobre as suas dimensões ou conteúdo. Um nodo de informação pode ser associado com frases, tabelas de números, fotografias, ou qualquer outro media passível de ser digitalizado. Uma ligação também é arbitrária uma vez que não existe nenhuma

regra para dizer onde este deve ser feita. Mas a menos que um pouco de disciplina seja mantida, a criação e união de nodos torna-se desorganizada e impossível de gerir.

Um modelo de arquitectura adequado para a implementação de um sistema de hipertexto possui três camadas. A camada de componente interno, a camada de armazenamento e a camada de interface. A camada de armazenamento contém o modelo do hipertexto como os nodos e as ligações. O conteúdo textual de nodos está na camada de componente interno. Por último, a camada de interface organiza vistas da camada de armazenamento para as necessidades do utilizador.

O sistema *MUCH* suporta a autoria estruturada de hipertexto, e o desenvolvimento de percursos de acesso à informação múltiplos. A arquitectura do sistema *MUCH* obedece ao *standard* de facto Dexter e inclui uma camada de interface de utilizador, uma camada de nodo e ligação lógica e uma camada de armazenamento. Podem ser obtidas representações gráficas da lógica hipertexto de uma forma dinâmica e apresentadas no formato de olho de peixe (janela de esboço).

As áreas da educação e de engenharia de software são significativamente diferentes e demonstram o potencial domínio de aplicação do hipertexto. Nas escolas pode ser exposto como uma nova tecnologia e integrar os media de suporte à educação, mas peca por se tratar ainda de uma tecnologia que precisa de ser desenvolvida. Os engenheiros de software usam os computadores regularmente, sendo assim de esperar que se encontrem entre os primeiros a aceitar sistemas de suporte associados ao computador. Em ambas as áreas, o hipertexto oferece inúmeras vantagens sobre a organização tradicional da informação.

Dentro do domínio da educação, existem muitos exemplos dos modos nos quais a interactividade pode transformar os media. Um professor pode perguntar a um estudante se o dia é mais longo que a noite a que o estudante responde ser o dia, com o professor a poder dizer não e logo pergunta pela relação entre verão e inverno tendo em conta as durações relativas do dia e da noite. Este tipo de ensino interactivo não é frequentemente praticado na sala de aula, onde um grande número de alunos tomam notas do que o professor diz e mostra. Os sistemas de hipertexto podem suportar esta nova interactividade.

2.3 *Multimédia*

O termo multimédia é geralmente utilizado para referir a "mistura" de diferentes *media*, mas no contexto deste texto, refere a mistura de *media* baseados numa estrutura temporal, incluindo o vídeo e o áudio. As duas perspectivas das quais podem ser vistos os sistemas de multimédia são: a perspectiva do utilizador e a perspectiva tecnológica. A ênfase da perspectiva do utilizador é nas possibilidades de manipulação oferecidas ao utilizador de informação usando as próprias capacidades dos sentidos. A perspectiva com ênfase na tecnologia toma a via dos requisitos computacionais e de representação para o multimédia. Esta secção toma a perspectiva tecnológica.

Enquanto a popularidade de multimédia cresceu enormemente nos anos noventa, a história de multimédia naturalmente iniciou-se alguns anos mais cedo. Uma das primeiras importantes realizações de engenharia com a combinação de vídeo e computadores foi o trabalho desenvolvido por Douglas Engelbart no sistema *Augment* no meio da década de 60. Sensivelmente nessa época, Nicholas Negroponte iniciou o *Machine Group* no departamento de arquitectura no MIT. Este grupo desenvolveu o *Sistema Espacial de Administração de Dados* que sincronizava ecrãs vídeo com outros dispositivos de projecção, através do uso de joysticks e ecrãs tácteis. Para auxiliar as pessoas a navegar num espaço de informação foram utilizadas pistas (apoios) sonoras.

2.3.1 *As vistas*

Quando um autor prepara uma mensagem, a escolha do meio proporciona uma dada perspectiva da mensagem; uma vista. Uma actividade deste género é realizada quando uma fotografia é combinada com texto, ou uma folha de cálculo com um gráfico de barras, e assim por diante. As fotografias, o texto, a folha de cálculo e os gráficos de barras não são meios baseados em tempo, como no caso do áudio e do vídeo. Igualmente, quando é permitido ao utilizador ter vistas de media diferentes, da mesma informação, obtêm-se um tipo particular de multimédia quando podem ser geradas dinamicamente vistas múltiplas.

O *Andrew Toolkit* apoia o desenvolvimento de editores que permitem aos utilizadores a edição de texto, de equações, de gráficos, de tabelas, de imagens, e assim sucessivamente, tudo num único programa. Por exemplo, um documento no *Andrew Toolkit* contendo texto e uma imagem aparenta ser um único objecto, mas o texto e a

imagem são objectos que estão, de facto, separados e que podem ser manipulados independentemente (Figura 1.1). Por exemplo, se um menu do tipo *pop-up* for invocado numa região de texto, os menus obtidos são para editar texto. Se a invocação desse menu for realizada sobre uma imagem, os menus obtidos são os necessários para editar uma imagem.

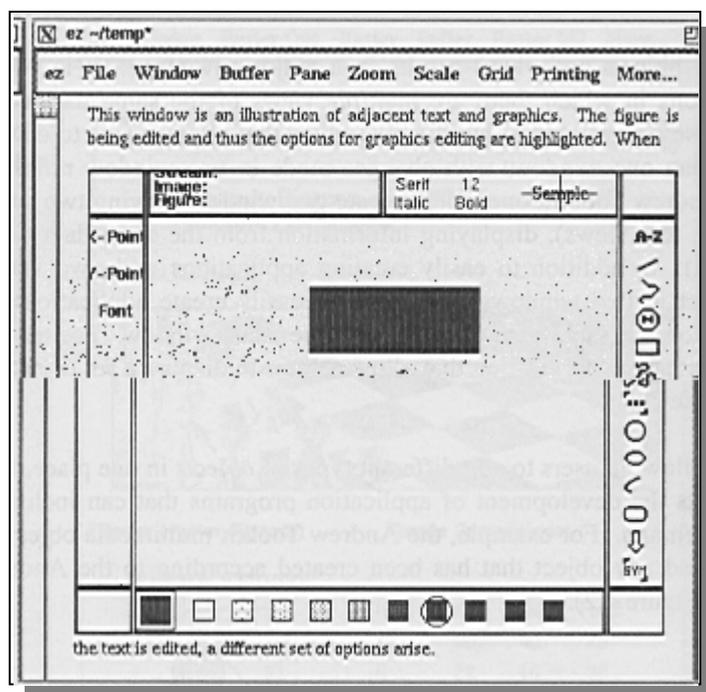


Figura 1.1: O *Andrew Toolkit*. Um documento com menus de edição de imagem.

O *Andrew Toolkit* possui um conjunto de objectos básicos para usar como blocos de construção e desenvolvimento de aplicações. Dois dos objectos mais importantes são os *data objects* e *views*. Um objecto de dados contém a informação a ser exibida; uma vista contém informação acerca de como a informação deve ser visualizada e como o utilizador pode interagir com eses dados (por exemplo, através do teclado, menus, ou rato). Um par constituído por um objecto de dados e uma vista, é denominado por conjunto interno.

Numa janela com texto e gráficos (figura 28) existem dois conjuntos internos, um para o texto (objecto de dados de texto e vista de texto) e um outro para a imagem (objecto de dados da imagem e vista da imagem). O objecto de dados do texto contém os caracteres actuais (por exemplo, "Viva o FCP!"), a informação de estilo (por exemplo, tipo negrito, itálico, etc.) e apontadores para quaisquer objectos de dados embutidos (por exemplo, o objecto de dados da imagem). A vista do texto contém informação como o

texto actualmente seleccionado, a porção do texto que é visível no ecran, e assim sucessivamente, e também possui métodos para gerar o texto no ecran e para tratar vários eventos de entrada de dados (teclado, menus, rato). Igualmente, o objecto de dados da imagem contém os elementos do desenho, como as linhas e as sombras. A vista da imagem possui os métodos para desenhar a imagem no ecran e tratar os vários eventos de entrada de dados (teclado, menus, rato).

A separação dos objectos de dados e das vistas constitui uma importante vantagem: é muito fácil a criação de aplicações em que existem vistas múltiplas do mesmo objecto de dados. Por exemplo, na situação de se desenvolver um editor de texto que permite aos utilizadores editar os mesmos dados em mais de que uma janela, com mudanças realizadas numa janela, refletidas nas restantes.

No *Andrew Toolkit*, seria necessário criar duas janelas com duas vistas do mesmo tipo (por exemplo, vistas de texto), exibindo informação do mesmo objecto de dados (por exemplo, objecto de dados de texto). Além de criar aplicações facilmente com duas visões dos mesmos objectos de dados em duas janelas, também se pode criar facilmente aplicações com duas vistas diferentes dos mesmos objectos de dados, dentro da mesma janela. Por exemplo, é possível criar uma aplicação que permite para um utilizador a visualização de um conjunto de números numa tabela e num gráfico de barras.

Além de permitir aos utilizadores editar diferentes tipos de objectos num lugar, o *Andrew Toolkit* apoia o desenvolvimento de programas de aplicação que podem incluir objectos arbitrários, por pedido. Por exemplo, o editor de objectos multimédia do *Andrew Toolkit* pode dinamicamente carregar qualquer objecto que foi criado de acordo com os seus protocolos (Figura 1.1).

2.3.2 O tempo

Os media baseados no tempo, como o vídeo e o audio, podem exigir requisitos de sincronização. Um serviço noticioso pode ser usado para ilustrar a importância da coordenação temporal no multimédia. Vários media de apresentação e de representação, produzidos com vários meios mecânicos aparecem todos no ecran da televisão baseados num sistema temporal bem controlado.

O guião (*storyboard*) para um serviço noticioso pode, por facilidade, distinguir vídeo, gráficos, imagem, e o apresentador (Figura 1.2). A importância do som ser sincronizado com a imagem (da cara) do apresentador constitui apenas um dos requisitos exigidos na sincronização.

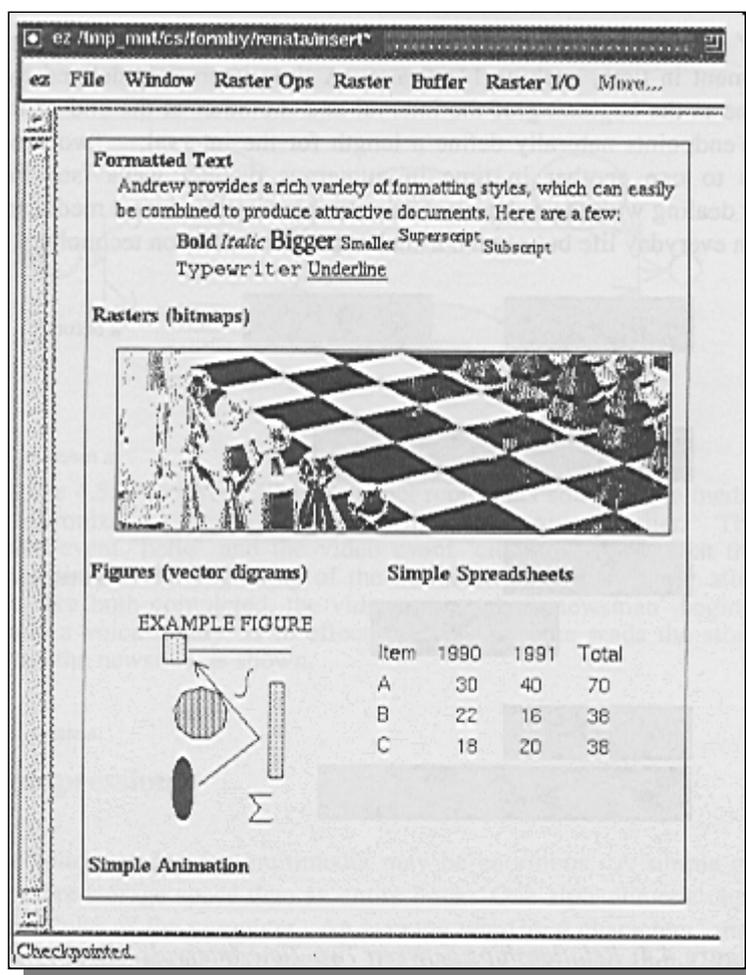


Figura 1.1: Um conjunto interno *Andrew*. Um exemplo da janela de conteúdo que inclui vários conjuntos internos.

Os dados podem ser dependentes do tempo em certos casos e noutros não. Por exemplo, um conjunto de cortes transversais de um corpo está em primeira instância, relacionado com a anatomia ou o espaço. Porém, se se quisesse apresentar um caminho baseado no tempo, pelo corte transversal, então seriam necessárias ligações temporais entre os componentes. As dependências de tempo obtidas no momento de captura dos dados são naturais, como a sucessão de imagens num vídeo, ou implícitas, como quando o áudio e vídeo são registrados simultaneamente. Por outro lado, os dados podem não possuir nenhuma ordem óbvia, como um conjunto de fotografias de pessoas seleccionadas

fortuitamente; neste caso, este tipo de dados são designados por estáticos. Mesmo em dados estáticos é, no entanto, possível impor algum tipo de ordenação temporal.

Media	Escala de tempo
Voz	bom dia..... ler história
Vídeo	tráfego da cidade..... ...mostrar apresentador
Gráficos	símbolo da estação.....
Imagem pôr do sol.....
Apresentador	arranjar folhas..... ler história

Figura 1.2: Serviço noticioso e temporização. Os diferentes media encontram-se à esquerda e a linha de tempo na direita. A descrição textual na escala de tempo mostra a actividade.

Os modelos de tempo podem estar baseados em instantes ou em intervalos. Um instante de tempo é um momento de tempo com uma duração nula, como 14:30h. Um intervalo de tempo é definido através de dois instantes de tempo, um no começo do intervalo e o outro no término do intervalo. Este dois valores definem a duração do intervalo.

Dois intervalos de tempo podem ser relacionados de múltiplas e distintas formas (Figura 1.3). Lidar, de forma efectiva, com a riqueza das relações de tempo nos media, é fácil para cada um de nós; mas constitui um desafio para as tecnologias de informação.

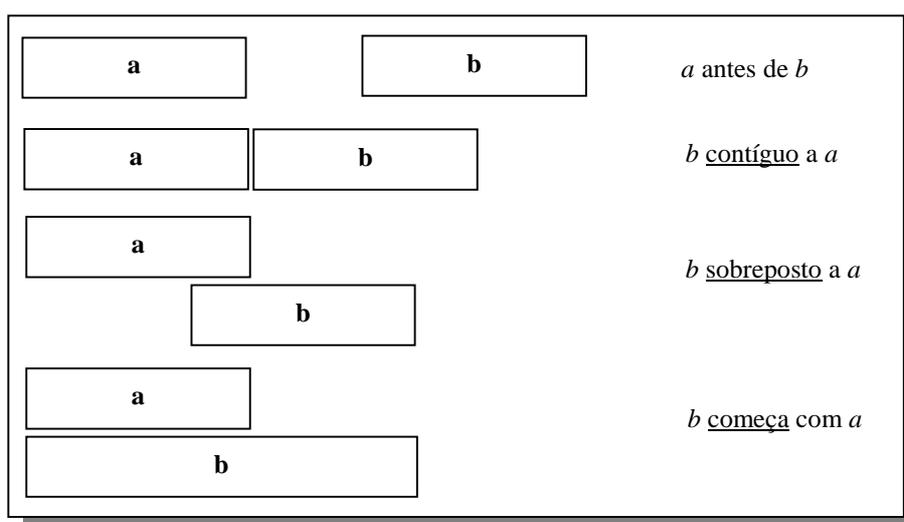


Figura 1.3: Relações entre dois intervalos de tempo. Quatro das possíveis treze relações entre intervalos de tempo são visualizadas.

Para a autoria de um media baseado no tempo foram desenvolvidas representações gráficas e representações por comandos (*scripts*). As representações gráficas têm a vantagem em relação às de comando, de possuírem uma representação pictórica da sincronização.

As redes de Petri são gráficos especiais que podem ser interpretados como representando eventos de media nos nodos. As setas (ligações) que tem origem nos eventos de media servem o propósito de sincronizar transições e, dessas transições, outras setas vão para outros eventos de media. A rede de Petri permite uma representação clara dos eventos que ocorrem em paralelo, pela representação das ligações e, mesmo, forçar a sincronização entre medias, garantindo que uma transição não será realizada a menos que todos os eventos de media que possuem ligações para essa transição tenham sido completadas (Figura 1.4).

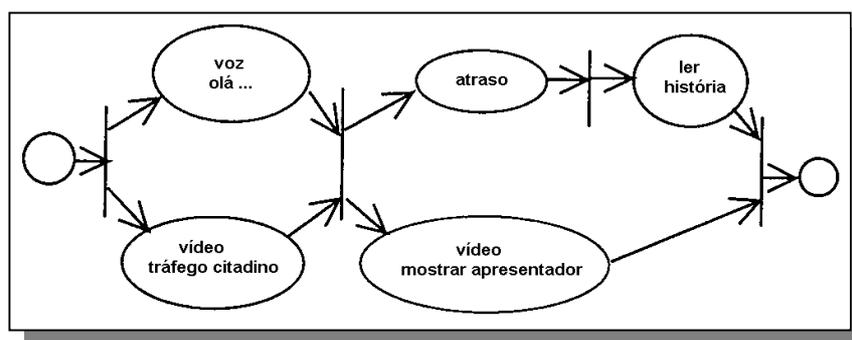


Figura 1.4: Rede de Petri. Representa a sincronização de media de um bloco de tempo de um serviço noticioso. O evento de voz de apresentação e o vídeo do tráfego citadino são reproduzidos ao mesmo tempo, no início do serviço noticioso. Após e apenas após ambos terem sido concluídos, o vídeo apresentando o locutor é iniciado, enquanto está em curso um atraso de voz; a seguir a voz lê a história enquanto o apresentador é mostrado.

2.3.3 A compressão de dados

O espaço de armazenamento necessário para o multimédia pode ser enorme. Uma simples fotografia pode requerer mais espaço de armazenamento que um livro inteiro. Um carater alfanumérico pode ser armazenado num byte do computador. Uma palavra comum possui 4 caracteres em Inglês (6 em Português), uma página típica de texto contém aproximadamente 500 palavras. Se um livro possui 200 páginas e tem texto só alfanumérico, então ocupa aproximadamente $200 \times 500 \times 4$ bytes ou 400.000 bytes.

O espaço de armazenamento para uma fotografia é surpreendentemente grande em contraste com o necessário para um livro. Uma fotografia pode conter 1.000 por 1.000

pontos ou pixels. Se representando um ponto com cor requerer um byte, então o espaço de armazenamento para uma fotografia seria aproximadamente um Megabyte. Desta forma; armazenar uma fotografia de alta-resolução pode requerer mais espaço que o necessário para 100.000 caracteres alfanuméricos. O vídeo sem som pode conter até, aproximadamente 30 fotografias ou imagens por segundo. Assim, um minuto do vídeo, ocupa aproximadamente 60 x 30 Megabytes ou 1800 Megabytes. Milhares de livros de texto sem imagens não ocupariam mais espaço que um minuto de vídeo, nestas condições.

O texto é altamente simbólico e uma descrição das operações de uma empresa pode ser realizada com algumas páginas de texto, enquanto que um vídeo da operação da empresa poderia ter dificuldades em conter o mesmo tipo de informação. Os seres humanos ainda não possuem uma linguagem de abstracção para imagens, ao invés, estas são armazenadas como zeros e uns, sem significado semântico.

Existem porém métodos para comprimir a informação de uma imagem. Se um espaço grande na imagem é de carácter constante, então esta uniformidade pode ser codificada de forma a que menos espaço seja exigido para armazenar a imagem. Claro que apresentando a imagem depois para um visualizador, o computador tem que descodificar e/ou descomprimir essa imagem. Técnicas para comprimir e descomprimir media são vitais para o sucesso do hipermedia. A compressão pode ser notavelmente efectiva e pode reduzir o espaço exigido para armazenar uma imagem de um Megabyte para um Kilobyte. A compressão e a descompressão são operações consumidoras de tempo. Um desafio para o desenvolvimento de sistemas hipermedia é a capacidade para comprimir ou descomprimir informação o mais rápido possível, de modo que os utilizadores não tenham de esperar pela informação, porque o computador está ocupado a comprimir e a descomprimir. Dois tipos de relações de compressão/descompressão são o tipo assimétrico e o tipo simétrico.

As relações assimétricas são as que requerem o uso frequente do processo de descompressão, com o processo de compressão realizado uma única vez, na produção do programa. As aplicações assimétricas incluem a publicação electrónica, os jogos de vídeo, e a entrega de filmes. As relações simétricas requerem o uso tanto do processo de compressão como do processo de descompressão. O vídeotelefone, a vídeoconferência são aplicações simétricas.

2.3.4 O vídeo

O Vídeo é um item com enorme importância no multimédia mas também um dos mais difíceis de manipular. O vídeo exige imensos recursos de processamento e memória de computador. Para dar resposta às necessidades de vídeo, são desenvolvidos componentes de hardware e software. O hardware torna a compressão e a descompressão mais rápida e permite a utilização de resoluções de vídeo mais elevadas.

2.3.4.1 A norma MPEG

As funções básicas e os esquemas de codificação do movimento exigidos para compressão de vídeo podem ser combinados de modos diferentes, para obter vários graus de qualidade de vídeo, de compressão de dados, de largura de banda e velocidade de codificação. Um aspecto da compressão vídeo é a compensação de movimento. A codificação preditiva entre imagens, também designada por *forward motion compensation*, é iniciada com uma imagem codificada. Cada imagem subsequente é comparada com a sua predecessora e só as diferenças entre as duas são codificadas. Porque pode haver alguma perda de detalhe durante o processo de compressão e descompressão são registradas imagens novas periodicamente. Durante os anos 80, grupos de trabalhos de normalização desenvolveram esforços para estabelecer uma aproximação uniforme à compressão de vídeo. O grupo MPEG - *Motion Pictures Experts Group* - estudou a compressão de vídeo e explorou o facto de os pixels mudarem pouco de imagem para imagem, nas imagens em movimento.

O método de MPEG, primeiro toma uma imagem de referência e, a seguir, divide a imagem em blocos de 8 por 8 pixels. Esses blocos são transferidos então do domínio de espaço para o domínio da frequência implementando uma transformada em coseno. No domínio das frequências, os elementos que não são visíveis ao olho humano são prontamente isolados e removidos. Após várias imagens sequenciais terem sido tratadas desta forma, é realizada uma estimativa do movimento para determinar quais os blocos que se movimentaram e em que direcções. Uma nova imagem de referência é escolhida, aproximadamente, a cada quatro segundos. A norma MPEG também manipula áudio. A premissa do MPEG é que um sinal vídeo e o seu áudio associado, tornam-se numa forma de dados de computador, isto é, um tipo de dados a ser integrado com texto e gráficos; permitindo desta forma, que vídeo (com áudio associado) possa ser utilizado nas redes de computadores e de telecomunicações existentes.

2.3.4.2 Apoio de Software vídeo

O *Microsoft Video for windows* (VFW) é uma solução de software para vídeo digital, que é usada na maioria dos computadores pessoais e que limita o movimento de vídeo que é possível exibir. A janela original por defeito de exibição de vídeo era de apenas 160x120 pixels. Mesmo com este tamanho é exigido um computador pessoal com capacidade de processamento para alcançar as 30 imagens um segundo que o sistema esta projectado para passar. Porém, faz parte do projecto do sistema é o requisito de trabalhar com máquinas de mais baixa especificação, até certo ponto.

O VFW é completamente integrado com os sistemas operativos da Microsoft, a partir do *Windows 3.1* (MSDOS + interface gráfico, neste caso). Uma sequência de vídeo pode ser embebida em documentos *Word*, por exemplo, com a animação, representada por um icone). Seleccionando esse icone, a animação corre sobre o documento. Alternativamente, o utilitário *Media Player* dos sistemas operativos Microsoft, pode lançar a animação, controlando a sua apresentação (Figura 1.1) que possui os controlos normais e permite o controlo imagem a imagem, da animação.

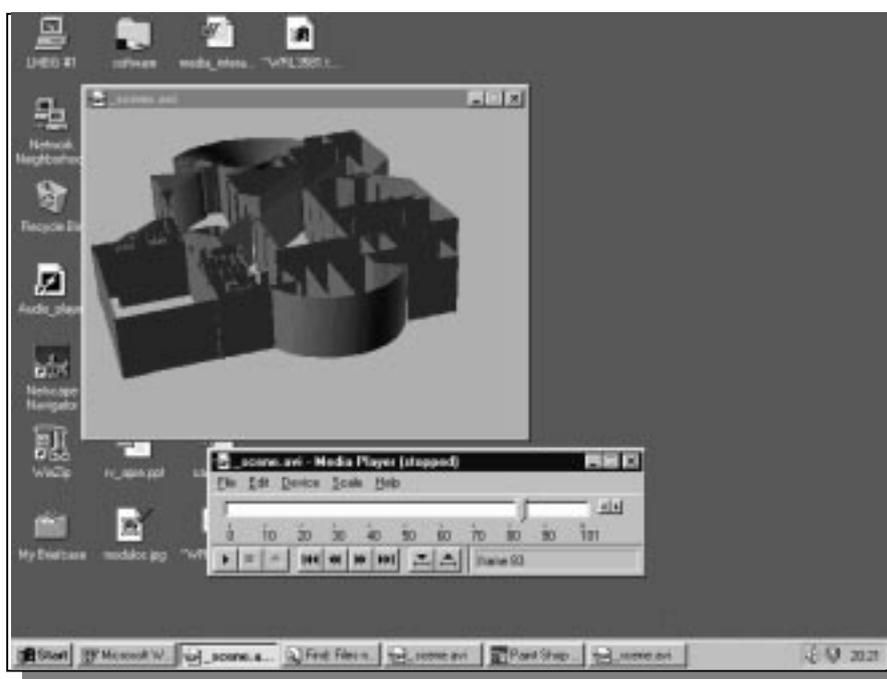


Figura 1.1: *Video for windows*. Reprodução de um ficheiro *ufp_3d.avi*, com uma resolução superior à mínima e com uma animação de 100 imagens, com a duração de 3,37 segundos.

O software de reprodução é de domínio público e está disponível para qualquer um. A imagem pode ser redimensionada, mas a sua taxa de reprodução sofre caso seja

aumentada a área, bem como a definição da imagem, que aparece, quando muito ampliada, com um aspecto granulado referido, em Inglês, por *blockiness* das imagens (Figura 1.2), além de evidenciar distorções em relação à imagem original.

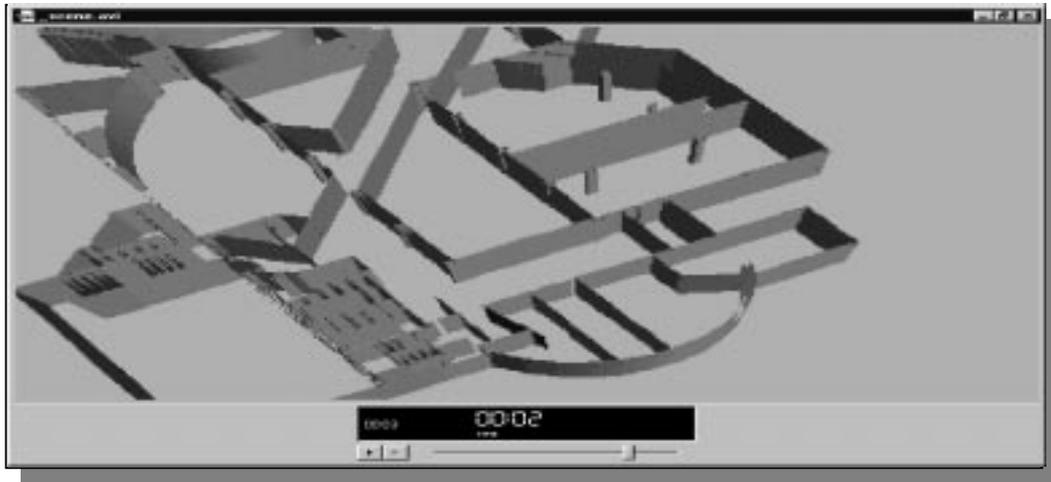


Figura 1.2: *Video for windows*, visualização em janela aumentada, evidenciando distorções e o efeito de bloco, descrito no texto.

O *QuickTime* é uma arquitectura de software que foi projetada para permitir para o utilizador manipular a informação multimédia nas várias aplicações. Por exemplo, o utilizador é autorizado a exibir, cortar, e colar dados multimédia, especificando os algoritmos de compressão e dos formatos de ficheiros a usar nos vários programas.

QuickTime suporta dois formatos de ficheiro. O primeiro, formato *PICT*, é utilizado para imagens fixas; o *PICT* permite compressão e descompressão de imagens, e o visionamento da imagem, desde que o utilizador armazene uma versão menor desta em conjunto com a imagem principal, permitindo uma rápida navegação através de uma biblioteca de imagens neste formato. O segundo formato, *Movie*, suporta dados dependentes do tempo, como o vídeo, a animação e o som. Este formato é composto por dois tipos de pistas; uma para vídeo e outra para som digital. Os dados são mantidos em ficheiros de media separados. As pistas apontam aos ficheiros de media. Além de apoiar os instantes de começo e de fim (tempo), possui escalas de tempo e coordenadas de ecran próprias.

O *QuickTime* é constituído por componentes que tratam o formato:

- gestor do filme, que trata do sequenciamento e sincronização das pistas.

- gestor de compressão de imagem, usado para transformar os dados comprimidos de forma a poderem ser utilizados. Possui esquemas de compressão para gerir as necessidades de compressão e descompressão de imagens fixas, animações e vídeo.
- gestor de componentes, que mantém o registo das capacidades de recursos de multimédia externos, ligados ao sistema, como placas de digitalização, videogravadores, extensões ao software de sistema, microfones, placas de vídeo e de som e placas de compressão de dados. As aplicações não necessitam de *drivers* específicos para cada recurso. O gestor de componentes pode tomar decisões baseado num conjunto de valores de variáveis que descrevem os atributos dos recursos externos.

Quando o utilizador inicia uma apresentação é da responsabilidade do *QuickTime*, descobrir os dados usados pelos dois tipos de ficheiros e garantir que para os dados dinâmicos que as pistas apontam para os dados, que os dados se encontram num formato utilizável e que as pistas começam e terminam no momento próprio.

2.3.4.3 Audio Video Kernel

A conceptualização de um sistema audio/vídeo digital como um videogravador é limitada. O modelo convencional é suficientemente bom para aplicações que tratam ficheiros de audio/vídeo como sequências visionadas por uma audiência não interactiva, mas um modelo mais sofisticado para aplicações que são essencialmente interactivas, é baseado num modelo de um estúdio de produção audio/vídeo digital. Tipicamente, um estúdio de produção contém misturadores, leitores/gravadores de fita, sistemas de monitorização, processadores de efeitos, além de outros itens interligados para registo, modificação e reprodução de pistas de audio/vídeo. Estes itens são análogos às entidades do modelo AVK.

O sistema *Audio-Video Kernel* (AVK) tem por objectivo suportar as necessidades plataformas e vendedores de software para garantir um sistema uniforme e multiplataforma, com as seguintes características:

- suporte vídeo em movimento numa janela com escalamento dinâmico,

- proporcionam a afectação a tempo real de tarefas, para sincronização de áudio e vídeo,
- suporte aos ambientes *desktop* mais utilizados,
- facilita a implementação de uma diversidade de plataformas de hardware e sistemas operativos e
- possibilidade de integração de novo hardware.

Estes objectivos são alcançados por uma arquitectura do tipo multicamadas. Colocando as aplicações na camada de topo do AVK, o desenvolvimento de software garante um ambiente mais consistente. Em troca, quem projecta o hardware só precisa de modificar as camadas mais baixas do AVK para portar esta norma para as suas plataformas.

No nível mais baixo do AVK, um motor de microcódigo liberta os sistemas em que se encontra implementado, de lidar a tempo real com a reprodução e compressão/descompressão de áudio/vídeo. Enquanto o motor de microcódigo suporta as operações de baixo nível, sensíveis ao desempenho, a camada seguinte, designada por *Audio/Video Device Driver (AVD)*, separa as camadas superiores de dependências de hardware (Figura 1.1).

O AVD proporciona uma interface de programação que possibilita o acesso lógico a cada componente, ao mais baixo nível. Sobre a camada de AVD está outra camada designada *Audio/Video Library (AVL)*. A camada AVL implementa aspectos do modelo de estúdio de produção digital. O AVL suporta tipos de dados especializados, designados por *streams*, necessários para vídeo em movimento e áudio. Os diferentes fluxos (*streams*) são recolhidos e agrupados e cada grupo é controlado com funções como reprodução, pausa, parar e avanço de imagem. O AVL também proporciona controle sobre os atributos destes tipos de dados, como ajustar o volume de um *stream* de áudio ou o contraste num *stream* de vídeo. A integração do AVK para um dado ambiente de um sistema operativo é realizada por uma camada que:

- lê e escreve dados no sistema de ficheiros desse sistema operativo, e
- integra o AVK no sistema de janelas (interface) do sistema operativo.

Assim o AVK pode apoiar interfaces de alto-nível específicos sem exigir mudanças ao próprio AVK.

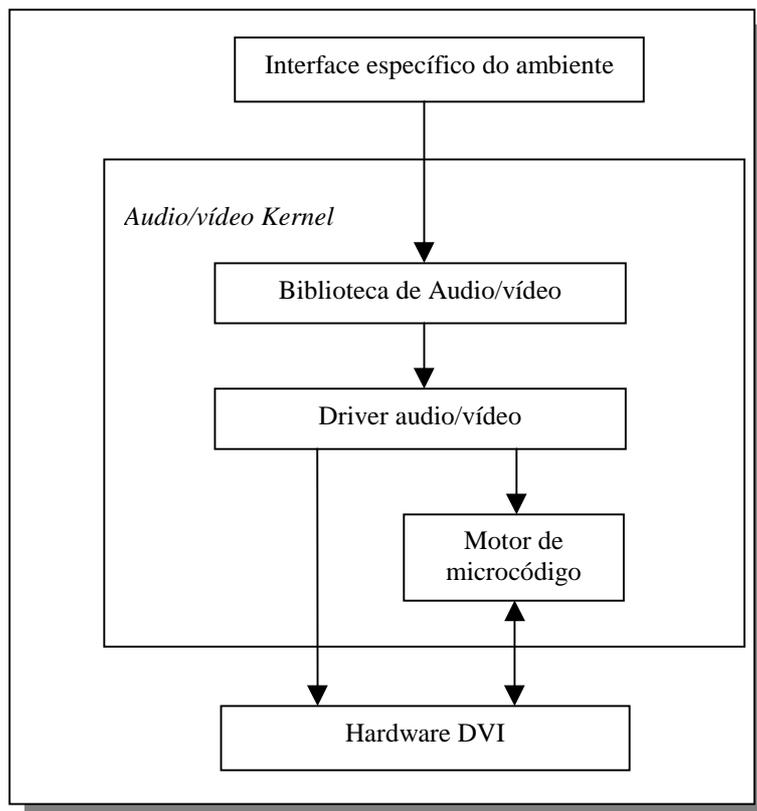


Figura 1.1: Arquitectura AVK. O ambiente, como o da Microsoft, envia informação para o AVK. As setas indicam a direcção do fluxo de informação (que é bidireccional entre o motor de microcódigo e o hardware DVI).

2.3.4.4 Hardware de DVI vídeo

Sem hardware especial um computador pessoal típico do meio e final dos anos 90, apresenta ainda uma capacidade de reprodução de vídeo, mais fraca que a encontrada num aparelho de televisão normal. O hardware especial pode possibilitar a um computador uma melhor apresentação e, adicionalmente, interactividade.

O AVK descrito, foi projectado com um hardware particular em mente. Este hardware, designado *Digital Video Interleaved (DVI)*, é uma placa de computador (adaptador) para computadores pessoais e que é ligada ao monitor. O DVI oferece uma solução de hardware dedicada para comprimir vídeo e informação audio e realizar a sua reprodução em cor total e com trinta imagens por segundo, em ecrã completo.

Os utilizadores podem capturar as suas próprias sequências a tempo real, usando uma placa extra de captura de vídeo para registo para os discos rígidos de vídeo em movimento no formato DVI.

O chipset programável do DVI suporta um conjunto alargado de funções de multimédia. A tecnologia DVI pode fazer compressão/descompressão simétrica e assimétrica de vídeo e descompressão. A aproximação assimétrica produz vídeo do tipo profissional e exige computadores com grande capacidade de processamento e com interfaces especializados para compressão, mas um sistema de DVI permite descomprimir e reproduzir este vídeo. A outra aproximação do DVI produz vídeo de tempo real e faz a compressão e descompressão com o chipset do DVI. O vídeo final é de menor qualidade com a aproximação a tempo real do que com a aproximação de nível produção.

A compressão de vídeo de nível produção é realizada por computadores de grande capacidade, por isso de grande custo. São empregues esquemas de compressão entre imagens, especiais e proprietários. As taxas de dados criadas pela digitalização inicial são altas, até mesmo para computadores grandes. Isto acontece porque a digitalização inicial deve ser realizada a tempo real. Embora os reprodutores de fita de qualidade possa passar vídeo a velocidades lentas, estes realizam esse efeito, introduzindo o armazenamento de imagens, o que pode interferir com a qualidade do vídeo comprimido. O armazenamento inicial do vídeo em formato digital requer uma taxa de dados de dois Megabytes por segundo que é mais elevada que a taxa de transferência sustentada pelos computadores pessoais. Nove minutos deste vídeo ocupam aproximadamente um Gigabyte de espaço de armazenamento. Em tempo não real, o vídeo é passado imagem a imagem para um disco digital e comprimido.

O algoritmo de compressão vídeo de nível de Produção exige a especificação de objectivos para a quantidade de tempo por imagem que o processador DVI dedica para a descompressão de vídeo. Quem desenvolve a aplicação pode necessitar de processamento audio e tem de estar disposto a sacrificar alguma qualidade vídeo.

Enquanto 30 imagens por segundo dão um resultado de qualidade mais elevado do que 15 imagens por segundo, quem desenvolve a aplicação pode querer só 15 imagens de vídeo descomprimidas por segundo e desta forma reservar recursos para outros propósitos. Porque o vídeo de nível produção é um esquema de compressão de imagem a imagem, existem considerações especiais quando se pretende começar a reprodução pelo meio de uma cena. A primeira imagem de uma sucessão de movimento deve ser tratada como uma imagem de referência, que possui aproximadamente três vezes os

dados de uma imagem comum. Se se pretendem efeitos especiais na reprodução, então as suas especificações devem ser comunicadas a quem é responsável pela compressão.

O vídeo em tempo real do DVI é um processo de compressão que é acabado em tempo real num sistema de desenvolvimento DVI. O utilizador pode comprimir o vídeo dele para o mesmo tamanho do obtido no vídeo de nível de produção, mas a qualidade será muito menor. Se o conceptor da aplicação sente que os resultados obtidos com o vídeo a tempo real são suficientes, então pode diminuir imenso os gastos que, de outra forma, teria caso optasse por compressão de vídeo de nível produção.

2.3.4.5 Televisão de alta definição

A Televisão de alta definição (HDTV) é economicamente e culturalmente uma das mais importantes aplicações que requerem uso igual da compressão e do processo de descompressão. A HDTV representa a próxima geração em tecnologia vídeo, com uma imagem que é mais larga e com duas vezes mais definição que a que aparece nos actuais televisores. Esta melhoria significativa na qualidade da imagem é tornada possível aumentando o número de linhas de 525 (o padrão de produção americano durante mais de 40 anos) para aproximadamente 1000 linhas. Além disso, o HDTV melhora a televisão regular pela sua gama de cores ser aumentada grandemente e possuir a capacidade de reproduzir som estereofónico digital. Porém, um desafio grande para o sucesso comercial do HDTV é a dificuldade de obtenção de um formato concensual. Numerosos grupos propuseram formatos e padrões para o HDTV, bastante diferentes. As propostas no E.U.A. usam entre 780 a 1,200 linhas para produzir imagens de alta resolução. Para garantir o sucesso comercial, a divulgação e adopção do HDTV é necessário que exista um consenso quanto ao formato a usar.

Muito do interesse nas aplicações da HDTV é centrado no potencial uso na televisão, na imagem em movimento e nas indústrias de electrónica de consumidor. A HDTV pode ter um impacto económico significativo para os fabricantes de videogravadores, câmaras de filmar, aparelhos de televisão e outro equipamento associado. Além de entretenimento, existem várias outras aplicações para a HDTV - defesa, medicina, entre outras.

A HDTV pode proporcionar imagens de alta resolução instantâneas para reconhecimento aéreo. Por exemplo, a força aérea de EUA pode substituir as actuais

máquinas fotográficas de reconhecimento aéreo por cameras HDTV, eliminando a logística e os atrasos de tempo envolvidos no processamento dos filmes. A cartografia (não apenas na defesa) tem requisitos exigentes para a obtenção de imagens de alta resolução que ajudem no desenvolvimento, armazenamento, edição e transmissão de mapas. Igualmente, é óbvio que as imagens de alta resolução proporcionadas pela HDTV podem ajudar o pessoal médico na obtenção de diagnósticos e, também, na sua educação.

2.3.5 O audio

Só por volta da década de 60 é que foi observado interesse no processamento de som por computador. O som ou audio é, no entanto, para pessoas, uma modalidade sensorial fundamental. Na sua forma mais simples, o som é descrito frequentemente em termos de sua frequência e amplitude. A frequência do som corresponde ao que a pessoa percebe como a forma do som. A amplitude corresponde ao seu volume.

A frequência e a amplitude do som são tradicionalmente tomados como um fenómeno contínuo ou analógico, mas para o processo digital o som analógico é amostrado. Amostrar um sinal significa efectuar o seu exame num dado momento. A representação digital que é produzida depois da amostragem, permite gerar outra forma analógica do som (o mesmo argumento serve para o vídeo).

Em princípio um computador poderia comunicar com outro, se cada computador tivesse conversor analógico para digital. Porém, com cada uma destas conversões é provável que seja introduzido algum ruído. Por isto e por outras razões, foram encontrados modos para codificar som digital de forma a que seu armazenamento e transmissão de computador para computador possa ficar em formato digital e garantindo que o processo seja tão económico quanto possível.

O formato no qual o som digital é armazenado varia e depende do hardware e software usado. Existem conversores disponíveis para passar de um formato para outro. A extensão no ficheiro indica frequentemente o formato no qual a amostra de som foi armazenada; por exemplo, a extensão do formato audio da Microsoft é ".wav", de *wave*. Existe software para editar som e para sua reprodução de muitos modos diferentes (Figura 1.1).

A qualidade de som amostrado depende da resolução da amostra e da precisão das transformações e das operações de compressão e de descompressão que foram executados. O som armazenado em discos compactos audio são amostrados cerca de quarenta e quatro mil vezes por segundo com 16 bits para representação da amplitude do sinal a cada instante da amostragem. Esta codificação de alta qualidade requer grande quantidade de espaço para armazenamento, com um minuto de audio com qualidade CD a exigir mais de um Megabyte de espaço. Taxas de amostragem menores assim como medidas de amplitude com menor precisão, que mesmo assim são suficientes para muitas aplicações, permitem reduzir radicalmente as exigências de espaço de armazenamento. O estudo de transformações e compressões para som é constitui por si só, uma disciplina de abundante estudo.

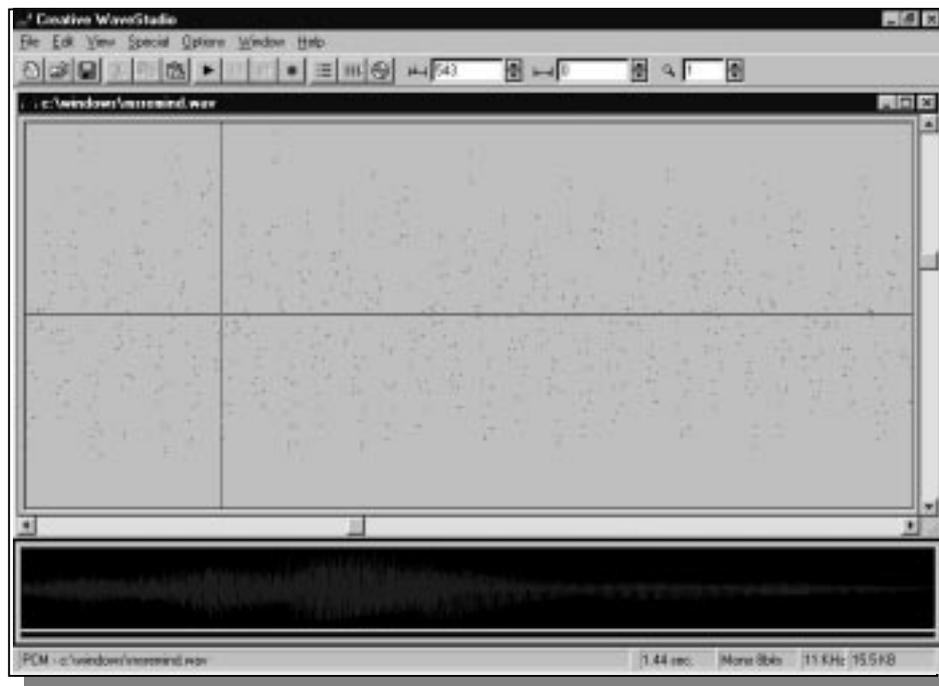


Figura 1.1: Tratamento do audio em computador. O ecran de computador mostra um programa que trata, edita e modifica o som em frequência e amplitude, permitindo adicionar efeitos e compor novos sons por inclusão de mais informação de CD-ROM ou de microfone ou ainda de outros ficheiros.

Para eficiência de conversão de sons de instrumentos musicais em formato digital e posterior reprodução destes através de sintetizadores digitais, foi desenvolvida uma representação diferente da descrita anteriormente, que se baseava na amostragem da frequência e da amplitude. O *Musical Instrument Digital Interface* (MIDI) é um protocolo digital que consiste numa norma desenvolvida para facilitar a transmissão de sons musicais. O MIDI codifica a sucessão das acções realizadas por um instrumento

capaz de reproduzir música em formato MIDI. São definidas mensagens para eventos musicais, como nota, velocidade com que a nota é reproduzida e instrumento com que cada nota é reproduzida. Uma melodia registada no som de clarinete de um sintetizador de MIDI, por exemplo, seria reproduzida como um clarinete, e não uma flauta, em outro sintetizador de MIDI.

Parte do padrão MIDI é amplamente aceite e constitui um formato de troca de ficheiros para música. De forma idêntica à da maioria dos pacotes de processamento de texto que permite a criação e carregamento de ficheiros de texto simples, também o software de música permite a importação e exportação de ficheiros MIDI. Infelizmente, enquanto o MIDI constitui um modo bastante bom para transmitir notas de música e durações, não é bom para transmitir uma interpretação ou forma de soar, o que poderia incluir controladores de hardware específicos para a expressão, para os timbres e para efeitos que só utilizadores com hardware apropriado podem reproduzir. O timbre de instrumentos não é contudo um fenómeno universalmente descrevível e são frequentemente exploradas características específicas dos sintetizadores, o que pode frustrar os utilizadores com hardware diferente. Um bom modo para comunicar como uma peça soa é através do registo digital da amostra audio.

Dado que uma biblioteca de música existe, um modo para indexar um ficheiro musical é por título, por compositor, por uma descrição histórica (se disponível), pelas letras da música - lírica (se existir) e por tema musical. Os primeiros descritores são todos baseados em texto livre. Um modo para representar música através do tema seria registrar se a peça sobe, se desce, ou fica igual entre notas sucessivas. Substitua "S" para para subir, "B" para baixar, e "M" para mesmo, e a cadeia de caracteres "MMBSMMB" poderia representar as primeiras oito notas da Quinta Sinfonia de Beethoven (a primeira nota deveria ser descartada, desde que não existe nenhuma nota anterior com que a comparar). Uma desvantagem deste esquema simples é que há provavelmente outros pedaços de música que possuem a mesma cadeia "MMBSMMB".

Durante séculos, os bibliotecários têm catalogado música baseado em *incipits* (o termo *incipit* vem do latino "por começar"), ou as primeiras medidas da peça. Foi desenvolvido um largo número de diferentes modos para representar *incipits* no computador embora não exista nenhum padrão único. O *incipit* cataloga só um índice, e necessariamente não inclui o próprio conteúdo.

2.3.6 Discos compactos

O *Compact Disk Read Only Memory* (CD-ROM) constitui um desenvolvimento tecnológico importante que constitui um dos suportes da expansão do multimédia. As principais características do CD-ROM são:

- alta densidade de informação, com o potencial da densidade de codificação óptica, o disco pode conter quase 1 Gigabyte de dados numa superfície de disco com menos de 12 centímetros.
- baixo custo por unidade. Porque os discos são fabricados por um processo bem desenvolvido, semelhante à gravação dos discos de vinil; o custo unitário para grandes quantidades é inferior a cem escudos.
- meio só de leitura. Um CD-ROM só é lido. É um meio de distribuição de publicações electrónicas; não podendo substituir funcionalmente os discos magnéticos, porque estes últimos podem ser re-escrita a informação inúmeras vezes.
- meio robusto. O disco é composto principalmente e completamente coberto por plástico durável. Este facto e o método de codificação de dados permite que o disco seja resistente a arranhões e outros danos resultantes da manipulação. Desta forma, a vida do meio é longa, bem maior que a dos suportes magnéticos com fita.
- armazenamento de multimédia. Porque todos os dados do CD-ROM são armazenados digitalmente, é inerentemente multimédia, podendo armazenar texto, imagens, gráficos, som e qualquer outra informação expressa no formato digital. A sua principal limitação é a taxa à qual podem ser lidos dados do disco, dependendo do modelo (com velocidades que são múltiplos de 150 Kilobytes por segundo, como por exemplo, um CD-ROM 24x, possui 150 x 24, 3,6 Megabytes).

A tecnologia do CD-ROM é baseada em pequenos buracos queimados num disco por um raio laser. O dispositivo que lê o CD, interpreta a diferença entre os buracos e a sua não existência, como uma mudança no estado binário.

Naturalmente, têm que existir dispositivos para escrever sobre um disco compacto. Um disco para escrita uma vez e ler muitas vezes é designado por *Compact Disk - Write Once Read Many* (CD-WORM). Actualmente, existem leitores CD-ROM que permitem

a escrita em CD-ROM's virgens com um custo de cerca de cinco vezes superiores aos dos leitores normais e que também se destinam a computadores pessoais.

O CD-WORM possui custos de funcionamento superiores ao do CD-ROM embora possua mais funcionalidade. Estão também disponíveis no mercado os discos ópticos regraváveis que podem ser usados como um disco de computador tradicional ou uma disquete. Com a evolução destes últimos dispositivos, é espectável um aumento gradual do número destes em substituição dos discos magnéticos. O remanescente desta secção, porém, só estuda os CD-ROM.

2.3.6.1 História

Embora tenha sido anunciado em 1983, o CD-ROM possui uma história mais antiga. O desenvolvimento de um laser com um diodo emissor de luz, em 1962, significou o começo de trabalho de um disco de armazenamento baseado em laser para leitura do conteúdo do disco. Em 1978 foi lançado comercialmente o videodisco. Os videodiscos modernos possuem 30 centímetros de diâmetro e podem armazenar aproximadamente duas horas de vídeo. A informação é codificada em formato analógico e o audio e vídeo interactivos são suportados por dispositivos que acedem ao videodisco.

Em 1982, foi lançado o Disco Compacto Digital Auditivo (CD-DA). A Philips e a Sony desenvolveram um padrão para armazenar informação sobre estes discos e, por volta de 1990, o CD-DA tinha eliminado virtualmente produção do registo em disco de vinil. A produção em massa de CD-DA influenciou o desenvolvimento dos CD-ROM consideravelmente.

O CD-ROM foi anunciado como um meio de armazenamento de informação pela Philips e pela Sony em 1983. Mas nenhuma proposta de padrão a para codificação de informação gerou consenso até 1985, após o que um padrão internacional foi aprovado em 1987. O padrão estimulou o desenvolvimento de ambos os materiais para armazenar e para ler CD-ROM's.

2.3.6.2 Padrões de codificação

Os dados armazenados num CD podem ser vistos como ocorrências de uma hierarquia de codificação de dados, com cada nível desenvolvido baseado no anterior. No mais

baixo nível, os dados são armazenado fisicamente como sulcos no disco. São codificados de facto através de vários mecanismos de baixo nível para proporcionar uma alta densidade de armazenamento e uma recuperação de dados fidedigna. O nível seguinte, está organizado em pistas e então um sistema de ficheiros é construído nessas pistas. Finalmente, as aplicações para o utilizador especificam um formato para o conteúdo dos ficheiros.

Há muitos padrões diferentes para codificação de dados em CD's. Estes são chamados livros na sua documentação de normalização:

- livro vermelho: padrão para os discos compactos audio, CD-DA.
- livro amarelo: padrão para os discos de dados, CD-ROM.
- livro laranja: padrão para os discos compactos regraváveis.
- livro verde: padrão para os discos interactivos, CD-i.

O CD-ROM/XA (arquitectura estendida) é uma extensão do livro amarelo para adicionar algumas das características de Livro Verde (CD-i). O livro amarelo possui dois modos, o modo 1, para dados de computador (com uma forte verificação de erros) e o modo 2, para dados audio ou vídeo comprimidos (que não possui um esquema de verificação de erros tão apertado).

2.3.6.3 Sistemas específicos de discos compactos

A especificação *Compact Disk Interactive* (CD-i) foi anunciada pela Philips e pela Sony em 1987. O CD-i era um sistema auto-suficiente orientado para o mercado doméstico. O sistema consistia num reproduztor associado à norma (especificamente concebido para ler apenas Cd-i e posteriormente alguns formatos adicionais de discos compactos) e que podia ser ligado a uma televisão ou videogravador e a uma aparelhagem de som. O reproduztor CD-i inclui um processador central, um Megabyte de memória, um processador audio e um *joystick*.

Uma imagem CD-i pode ser gerada usando quatro planos de imagem. O CD-I permite diversos efeitos comuns na indústria de vídeo, como os cortes, efeitos de transição, etc. Tecnicamente, um corte pode ser conseguido trocando um plano de imagem por outro. O *scrolling* oferece um meio de movimentar a janela numa animação em X e Y, popularmente utilizada para jogos de acção e de aventuras, em vídeo.

O *Kodak Photo CD* é um subconjunto do CD-i. Os reprodutores de Photo-CD são semelhantes aos de CD-i e são fabricados pela Philips para a Kodak. O Photo-CD foi projectado para permitir que os utilizadores guardassem em casa os seus albuns de fotografias em disco compacto e permitir ver essas fotografias usando a televisão. As películas das fotografias - negativos - são digitalizadas numa agência da Kodak que possua o sistema, sendo o resultado guardado num CD especial pela mesma máquina, existente na agência. O dono dos negativos pode levar o disco para casa e pode ver as imagens na televisão ou num computador, desde que possua um reprodutor que suporte o formato Photo-CD (os actuais CD-ROM's suportam o formato).

O sistema foi concebido para oferecer vários benefícios em relação aos sistemas de albuns clássicos de fotografias: preservação das imagens por períodos de tempo maiores, permitir visualizar as fotografias na televisão e um conjunto de fáceis funções para compor uma galeria de quadros. Outro aspecto não negligenciável é a oportunidade de obter as fotografias num formato digital. Cada imagem pode ser rodada, redimensionada ou aumentada e tratada por um qualquer programa de tratamento de imagens.

Cada imagem de um Photo-CD é armazenada no disco em cinco níveis, cada um destes contém uma quantidade diferente de informação, de um tamanho de esboço para um catálogo de visualização prévia, até uma versão de grande qualidade que é armazenada na maior resolução e qualidade que um sistema de exibição semi-profissional pode alcançar, assegurando potenciais usos futuros da imagem e a possibilidade de fazer ampliações desta sem uma perda de qualidade.

Um sistema exhibe uma imagem da qualidade desejada, por exemplo baixa (para recuperação rápida) quando desejado, só descodificando os níveis necessários para a imagem. Quanto mais níveis são acedidos, melhor é a qualidade da imagem obtida mas, mais tempo é exigido para descodificar a imagem e a apresentar. A quantidade de dados requerida para cada imagem é alta (a taxa de compressão é só 4: 1) e cada disco pode segurar só 100 imagens.

Pequenos computadores chamados livros electrónicos da Sony e da Panasonic usam CD's com 7 centímetros de diâmetro em vez dos CD's comuns de 12 centímetros, usados pela maioria dos sistemas. Os livros electrónicos possuem um teclado, um dispositivo de

apontar (*joypad*, com dois botões), semelhante ao do CD-i. Estes livros electrónicos têm um pequeno ecrã gráfico, tipicamente de 3.5 polegadas. As máquinas podem ser ligadas a um monitor de computador.

2.3.7 Multimédia Computadores Pessoais

Muita tecnologia num sistema multimédia (hardware e software) pode ter estado disponível antes do advento do sistema de multimédia. Porém, individualmente, estas tecnologias podem não ser facilmente integráveis num sistema multimédia. Estes têm de ser projectados caso a caso (dependendo da funcionalidade) para garantir a correcta integração das diferentes tecnologias multimédia verdadeiramente num sistema. Diverso hardware e produtos de software são frequentemente incompatíveis uns com os outros. Além de necessidades de compatibilidade, os sistemas multimédia requerem ferramentas de autoria e ferramentas de armazenamento de informação multimédia que, ainda se encontram em fases iniciais de desenvolvimento e funcionalidade.

A criação de ambientes de multimédia requer a aceitação de compromissos, como:

- uso do ambiente normal de operação mas com hardware especializado, integrado com comunicações e projectado para suportar multimédia a tempo real,
- estender o ambiente de operação com software especializado que opere em tempo real, e
- uso de unidades multimédia, como postos dedicados e quiosques.

Com a criação de um ambiente específico, com recurso a telecomunicações, o software que é usado também deve ser desenvolvido com ferramentas próprias. A abordagem de adaptação do software existente para explorar o hardware multimédia é geralmente insuficiente, uma vez que a integração das diferentes funções multimédia ainda não está totalmente resolvida nos sistemas de desenvolvimento existentes, de uso geral.

Quando um utilizador adquire um computador pessoal multimédia, este adquire hardware tipicamente para armazenamento de dados audio, grande capacidade de armazenamento e software para o resto. Existem já muitas soluções integradas e completas de PC's multimédia e a competição é enorme. Entre os equipamentos que mais se destacam incluem-se as máquinas que correm os sistemas operativos da Microsoft *Windows* e o sistema operativo do Macintosh (Apple).

Para superar os problemas de compatibilidade, vários vendedores criaram o *Multimedia Personal Computer Marketing Council*. Em 1991, este conselho constituído por 15 fornecedores relacionados com os computadores (incluindo a AT&T, a NEC, a Philips e a Tandy) e patrocinado pela Microsoft. O resultado foi um conjunto de recomendações conhecidas por *Multimedia Personal Computer* (MPC) que define os requisitos mínimos para o hardware multimédia, de forma a este poder correr um conjunto de aplicações multimédia aceites como o adequado para quem produz novos produtos hardware e software. Para garantir a sobrevivência da norma MPC, é esperado que esta sofra evolução ininterrupta. O primeira recomendação, em 1991 requeria:

- um microprocessador de média gama,
- vários Megabytes de memória principal,
- um disco duro de capacidade elevada, e,
- um leitor CD-ROM,
- capacidade audio, incluindo um microfone e umas colunas,
- cor e resolução gráfica alta, e
- o sistema operativo *Microsoft Windows*.

O *Microsoft Windows* tornou a norma executável. Por exemplo, qualquer hardware adicional compatível para manipular som pode ser usado num MPC, contanto que o vendedor desenvolva software *Windows* apropriado para controlar o hardware, e todo o software que corre debaixo do *Windows* pode ter acesso aquele hardware. Esta situação também é verdade para o leitor CD-ROM e assim sucessivamente.

O multimédia em *Macintosh* é bem integrado e qualquer aplicação de *Macintosh* pode fazer uso do multimédia. A capacidade de som (colunas e microfone), por exemplo, faz parte da própria estrutura base da máquina sendo desnecessário somar a um *Macintosh* (à excepção do leitor CD-ROM, que é opcional) para multimédia, a menos que se queira utilizar vídeo de alta qualidade.

Tanto para o *Microsoft Windows* como para o *Macintosh* existem recursos de Multimédia no interface do utilizador, permitindo a troca de vídeo, imagens e som de um modo simples e fácil entre aplicações (quer através do *clipboard* quer directamente). O vídeo é ainda normalmente apenas suportado por software, mas o som já não.

Foram lançados numerosos dispositivos de multimédia no mercado que entretanto foram descontinuados.

O CDTV foi lançado pela *Commodore Business Machines* em 1991, como um dispositivo para ser usado na casa como um videogravador. Foi lançado um ano antes do sistema CD-I, da *Philips*, semelhante em conceito. A *Commodore* esperava usar a vantagem de ter sido pioneira e de possuir disponível uma boa colecção de software facilmente convertida para desenvolver e construir uma sólida base de clientes. Porém isto também significou que a maioria do software foi simplesmente convertido para a máquina e não utilizou o poder da tecnologia de CD-ROM. O elemento de CD-ROM do sistema foi apenas usado para reproduzir música durante os jogos ou aplicações. Este facto deixou o CDTV com uma imagem baseada em jogos e sem sucesso.

2.3.8 Conclusão

O multimédia é exigente em termos de recursos de computador e do sistema operativo, quer em termos de operação quer em termos de funcionalidade. Ao contrário do processamento gráfico tradicional, uma apresentação multimédia combina múltiplos formatos e ficheiros, cada um com requisitos específicos de processamento e apresentação (Figura 1.1).

O sistema tem que descomprimir dados armazenados ou comprimir dados registados para lidar com uma grande quantidade de dados multimédia. A informação deve ser sincronizada, de forma a que, por exemplo, a voz aparece ao mesmo tempo que os lábios se começam a mover. A sincronização de vídeo com audio requer uma organização cuidadosa das tarefas de processo, o que equivale a administrar os fluxos de dados individuais.

O CD-ROM é um dispositivo de armazenamento cujos princípios de operação são simples mas que possui um grande e diversificado potencial. Numerosos dispositivos apareceram, baseados no acesso a CD-ROMs, como CD-i e os livros electrónicos. Um CD-ROM armazena tanta informação quanto 600 disquetes com um custo de produção em massa (para CD-ROM) basicamente igual ao das disquetes.

A tecnologia para implementar multimédia é tão variada nas suas características, como competitivo são os seus intervenientes, lançando a confusão no mercado. A Microsoft

realizou um esforço no sentido de harmonizar os esforços dos vendedores de hardware e software, apoiando o padrão não oficial para computadores pessoais multimédia.

Por outro lado, as constantes inovações tecnológicas do sector puxam o mercado multimédia cada vez com mais pressão, o que torna os esforços de normalização ainda mais difíceis.

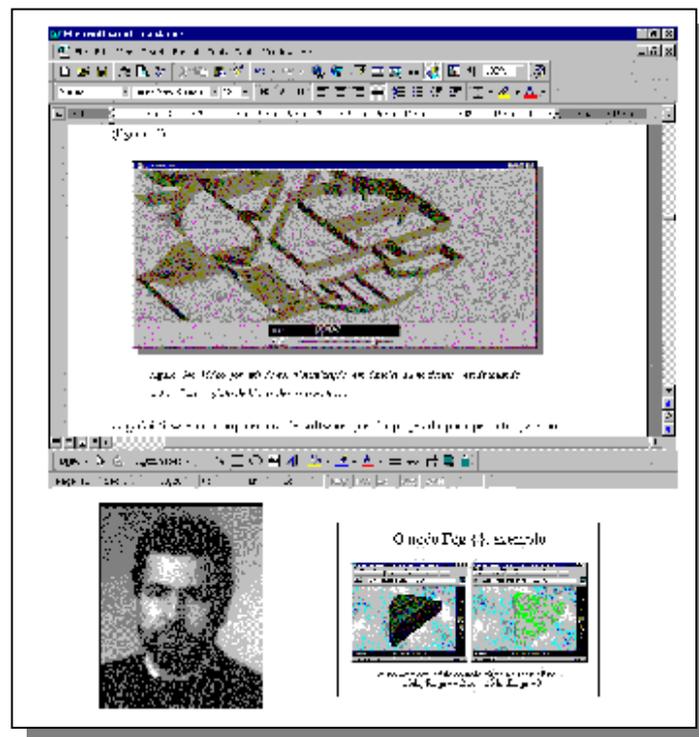


Figura 1.1: Múltiplos formatos. Cada janela no ecrã do computador apresenta três diferentes vistas do mesmo objecto, nomeadamente o local onde se encontra, a imagem ou aparência física e o que se encontra a fazer (imagem de uma apresentação sobre VRML).

2.4 Hipermedia

O hipertexto possui ligações e o multimédia possui temporização. O hipermedia possui ambos: ligações e temporização. O modelo Dexter é estendido nesta secção para lidar com o tempo. As ligações em vídeo são apresentadas como um exemplo de hipermedia. Por último, são discutidos os problemas de compatibilidade entre diferentes formatos.

2.4.1 As ligações e a temporização

Um hipertexto pode ser modelado como um grafo. O suporte básico proporcionado por um sistema de acesso de hipertexto é a visita de nodos pela travessia de ligações. O utilizador determina quanto tempo possui para gastar num nodo e qual o nodo a visitar a seguir. O modo como os conteúdos de nodo são apresentados ao utilizador, no ecrã, são normalmente função das especificações internas do nodo. O multimedia é, por outro lado, baseado em tempo. Os componentes destinam-se a ser apresentados por alguma ordem, definida pelo autor. O utilizador pode controlar parte da apresentação. A interface pode ser semelhante à de um leitor de discos compactos ou gravador de cassetes; o utilizador pode parar, começar, avançar ou rebobinar.

A combinação da facilidade das ligações, associada com o hipertexto e a facilidade de sincronização de multimedia constitui o hipermedia (Figura 1.1).

De forma a modelar o hipermedia, o modelo de Dexter (apresentado anteriormente) para as ligações é estendido para incluir capacidades de sincronização. As relações temporais podem ser vistas como as que determinam quais os componentes que são apresentados em conjunto e a ordem relativa pela qual os componentes são apresentados, designadas respectivamente por relações de colecção e relações de sincronização. O modelo de Dexter proporciona algum suporte para a relação de colecção, através dos nodos compostos. No entanto, a definição de um nodo composto não proporciona os mecanismos para especificar relações de temporização entre as entidades desse nodo composto.

Para o hipertexto convencional, blocos de texto podem ser repartidos arbitrariamente em blocos de texto de menor tamanho. Um bloco poderia ser um livro, um capítulo, uma secção, um parágrafo, uma oração, uma cláusula, uma palavra, ou uma letra. Deste modo, uma nova ligação pode ser criada com muitas unidades diferentes de informação

textual. A relação entre quaisquer dois destes blocos de texto também não é fixada por uma relação de temporização. Para media baseados no tempo este tipo de decomposição do conteúdo não é tão directo. Métodos por descrever níveis hierárquicos de vídeo e audio foram desenvolvidos mas não são aceites ou usados concensualmente.

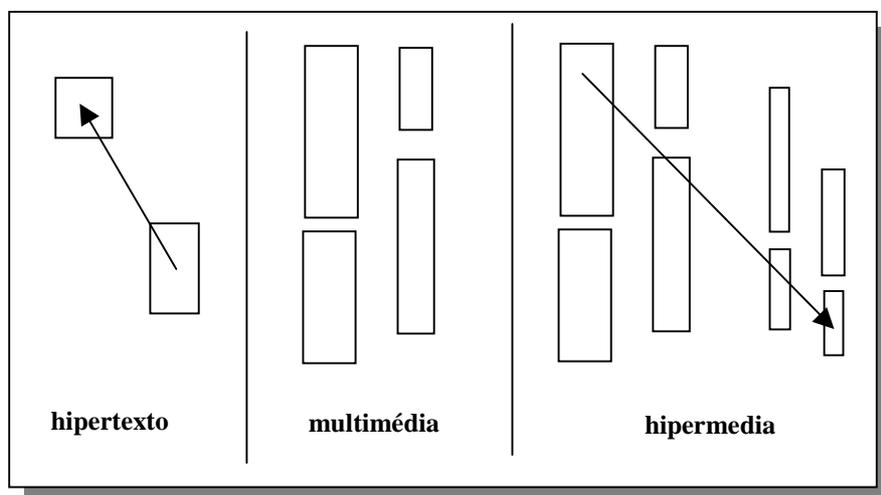


Figura 1.1: Hipertexto, multimédia e hipermedia. A coluna mais à esquerda mostra a ligação de uma âncora de um nodo de hipertexto com outra âncora de um outro nodo de hipertexto. A coluna do meio, mostra dois tipos de media que devem apresentar o seu conteúdo ao mesmo tempo, de cima para baixo. Cada um dos tipos possui um tempo de espera antes de concluírem a sua reprodução, mas que não ocorre ao mesmo tempo. A coluna mais à direita, hipermedia, mostra dois nodos compostos multimédia e a ligação entre eles.

Outro problema com as ligações de hipertexto é que não diz o que acontece ao ecran quando o utilizador activa uma âncora dentro de um bloco de texto. A maioria dos sistemas apresenta um único nodo de hipertexto que ou é substituído pela informação de destino ou permanece no ecran, enquanto outra janela é utilizada para a informação de destino. Isto não é normalmente problemático em hipertexto porque, de qualquer maneira, o leitor tipicamente lerá de cada vez um só bloco de texto. Para multimedia, porém, a apresentação de múltiplos blocos de media ao mesmo tempo pode ser crucial para o significado e/ou intenção da mensagem e o autor deve poder determinar o que permanece, ou não, no ecran. Por exemplo, uma pista de audio pode começar e referir-se a um vídeo e enquanto este vídeo se encontra a ser mostrado, o autor pretenda que o componente audio seja reproduzido em simultâneo.

2.4.2 Modelo de hipermedia

Um modelo de hipermedia pode ser derivado do modelo de hipertexto de Dexter. O modelo hipermedia de Amsterdam (AHM) usa nodos atômicos e compostos e estende o modelo de representação de Dexter. O componente atômico contém meta informação que se refere a um componente de media particular ou *blob*, enquanto o componente composto define qual a informação para uma colecção de componentes atômicos ou compostos. Um *blob* só é directamente referenciado por um componente atômico.

Os componentes atômicos do AHM contêm informação de apresentação, atributos de componente, informação de âncora de ligação e outra. A informação de apresentação é aumentada em relação ao modelo de Dexter, de forma a modelar os aspectos temporais relacionados com o *blob*. O componente composto no AHM é usado para construir uma estrutura de apresentação em lugar de colecionar componentes relacionados simplesmente para propósitos de navegação. O nodo composto contém arcos de sincronização e valores de temporização entre os nodos filho.

O arco de sincronização permite a um autor especificar informação de sincronização de baixa granularidade entre componentes, especificando restrições que o sistema de *runtime* deveria suportar. Um tipo de sincronização inclui indicação sobre se a restrição deve ser ou não cumprida. Se uma relação do tipo "*tem de*" não pode ser cumprida, o sistema de hipermedia tem que abortar a sua execução, mas para uma relação de "*pode ser*", o sistema de hipermedia continuará correndo mesmo que a relação não seja satisfeita. Por exemplo, um arco de sincronização pode especificar que um *blob* audio deve terminar *antes* do fim de um *blob* de vídeo.

O AHM usa o contexto de fonte e o contexto de alvo da ligação para ajudar o autor a especificar o que deve acontecer no ecran. O contexto fonte (destino) para uma ligação é aquela parte da apresentação de hipermedia influenciada pela ligação de início (travessia). Por exemplo, o contexto de fonte pode ser especificado como sendo retido ou substituído quando uma ligação é seguida.

Outro nível de especificação da apresentação está relacionada com os canais, e o AHM adiciona uma especificação de apresentação de canal. Os canais são dispositivos de saída abstractos para reprodução de *blobs*. Associado com cada canal estão as características de apresentação, por defeito, para o tipo de media exibido por aquele

canal. Por exemplo, um canal auditivo pode ter um volume por defeito. O uso de canais tem várias vantagens, como permitir a especificação da voz de comentário numa ou noutra linguagem.

2.4.3 Um sistema de autoria

O *CMIFed* é um ambiente de autoria e apresentação para documentos hipermedia, baseado no modelo AHM. O *CMIFed* foi implementado com uma linguagem de prototipagem orientada a objecto numa *Indigo*, Silicon Graphics como um protótipo de investigação e desenvolvimento e para demonstrar a utilidade do modelo AHM. De uma forma geral, qualquer sistema de autoria ou de visualização para hipermedia deve incluir um interface interactivo do tipo WYSIWYG. Considerando que o *CMIFed* permite a um autor especificar apresentações que poderiam não ser suportadas em algumas plataformas, o sistema também tem que oferecer uma facilidade para mapear uma apresentação para uma plataforma particular. Para garantir estas necessidades, o *CMIFed* suporta três vistas numa apresentação: uma vista de hierarquia, uma vista de canal e uma vista de reprodução. O autor pode abrir ou fechar cada vista independentemente das outras.

A vista de hierarquia é para exibir e manipular a estrutura da apresentação do hipermedia. A vista é apresentada como nodos embutidos em forma de árvore. O nodo externo é a raiz da árvore. Os nodos contínuos são iniciados em paralelo a menos que arcos de sincronização especifiquem o contrário. Os nodos mais altos na árvore são activados antes dos que se encontram abaixo na árvore (Figura 1.1).

Existem três grupos de comandos: inserir novos nodos; cortar e colar nodos; e exibir e editar informação sobre nodos, como os atributos. Também há um comando de editor genérico que invoca um editor externo para modificar o *blob* de um nodo. A escolha do editor pode ser determinada pelo autor para estar conforme ao tipo de media do *blob*. O *CMIFed* não têm editores nativos porque é assumido que os utilizadores já possuem os seus editores favoritos para os diferentes tipos de media individuais.

A vista de canal mostra a transformação da hierarquia em termos de canais abstractos de media. Esta vista é apresentada como uma linha de tempo, com colocação determinada automaticamente pelo *CMIFed*.

Os componentes atômicos são exibidos no próprio canal em conjunto com as suas durações precisas e respectiva temporização das relações. Se o autor muda a temporização em qualquer parte da apresentação, isto é refletido imediatamente na vista de canal (Figura 1.2).

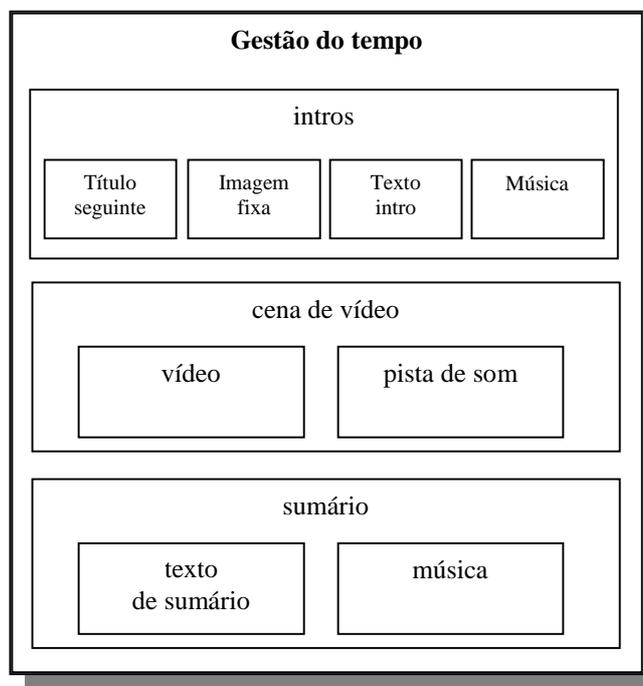


Figura 1.1: Esquema da hierarquia do *CMIFed*: o esquema mostra como a janela do *CMIFed* aparece na vista hierárquica com os nodos de apresentação sobre a *gestão de tempo* embebidos, que incluem texto, imagem, música, vídeo, etc. O tempo vai do cima para o fundo e o nodo composto *sumário* vem em último lugar, com dois nodos atômicos de *texto de sumário* e *música*.

A vista de reprodução do *CMIFed* interpreta um documento de hipermedia e produz uma apresentação no hardware disponível. Esta vista também permite ao autor, editar os aspectos relacionados com a disposição dos elementos na apresentação, como a geometria das janelas.

A vista de reprodução exibe um painel de controle e janelas adicionais para canais orientados ao ecrã. Da janela de controle, o utilizador pode selecionar um canal, seguir a apresentação, voltar para trás e parar o canal. Enquanto o painel de controle da vista é a interface de previsão principal, também é possível começar a vista de reprodução selecionando uma porção da hierarquia ou vistas de canal.

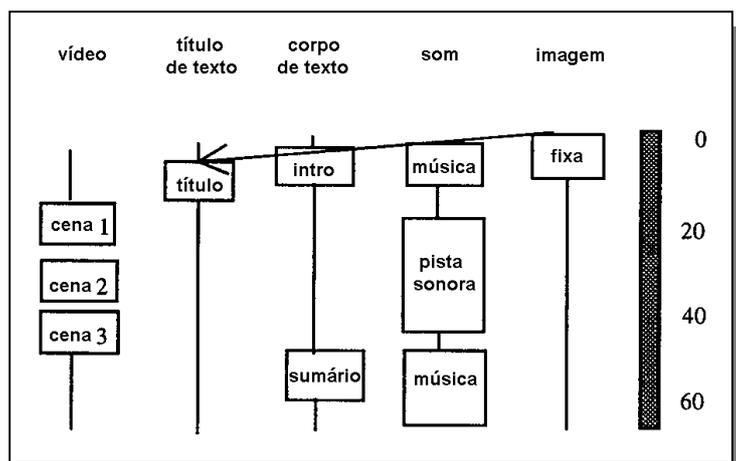


Figura 1.2: Vista paralela do *CMIFed*: o tempo flui de cima para baixo, como indicado na linha de tempo, na direita do esquema. As colunas representam os diferentes canais usados na apresentação e as caixas em cada coluna representam os eventos atribuídos a cada canal. A posição e tamanho de cada caixa são indicações do início e duração de cada evento. A seta da caixa *fixa* para a caixa *título* é um arco de sincronização.

2.4.4 As ligações em vídeo

Os autores de hipertexto tiram proveito frequentemente de estrutura existente num texto. O índice de um documento oferece um bom indicador disponível da estrutura lógica e oferece imediatamente níveis de abstração do conteúdo do documento.

Os títulos no índice podem ser transformados em nomes de nodo para o hipertexto e ligações entre os nodos, que reflectam a estrutura hierárquica do índice. Para o vídeo e o áudio, este tipo de estrutura pre-existente normalmente não existe. Assim o desafio de adicionar ligações para media baseadas em tempo, começa com a necessidade de identificar alguma estrutura lógica nesses media.

2.4.4.1 Indexamento de um filme

Num filme, a produção de uma única imagem vale frequentemente milhares de escudos (ou centenas de euros!). Incrivelmente esta metragem cara não é catalogada por si e é usada uma só vez. Um cena que custa milhares de contos tem o seu lugar no filme, e normalmente esse constitui o único lugar em que será vista. Foram feitos vários esforços para construir bibliotecas de vídeo (videotecas) nas quais cada vídeo teria etiquetado os seus componentes. Esforços para etiquetar componentes em vídeos com o objectivo de lhes dar novo uso, foram, porém, um fracasso, até ao momento.

O *Media Lab*, no MIT, possui um conjunto de ferramentas para indexar base de dados de vídeos. Este conjunto de ferramentas inclui uma ferramenta de navegação da base de dados, uma ferramenta de geração de histórico e uma ferramenta visual de edição. A ferramenta de edição permite a associação de descrições a qualquer grupo de imagens contíguas de vídeo e permite também descrições por níveis ou camadas. Tal permite descrever o vídeo com diferentes níveis de pormenor e em função de diferentes contextos.

2.4.4.2 Geração automática de imagens de referência

A navegação de sequências de vídeo é crítica para muitos domínios nos quais é exigido ao utilizador a escolha de uma curta sequência de vídeo, entre muitas. Este tipo de situações ocorrem no acesso remoto a vídeo, na edição de vídeo, formação baseada em vídeo, correio electrónico com suporte vídeo, entre outros.

O utilizador tem que ver os conteúdos das sequências de imagens do vídeo para escolher o mais pertinente. Após vários vídeos terem sido identificados como potencialmente relevantes para o interesse do utilizador, de alguma base de dados, este fica sobrecarregado com a tarefa de recuperar esses vídeos e examinar cada deles. Uma solução para este tipo de tarefas é semelhante à consulta do índice de livros ou à leitura dos resumos de jornais de artigos. Nomeadamente, as abstracções de cada uma das sequências de vídeo é pré-registada e apenas essas abstracções são recuperadas e inicialmente visualizadas. As abstracções são muitas ordens de magnitude menores em tamanho do que os media originais, o que reduz o tempo de resposta do sistema e o tempo de visualização necessário ao utilizador.

A navegação baseada no conteúdo de vídeo é conseguida, através de passos de pré-processamento que são executados não ligado ao sistema (*off-line*) e alguns passos durante o processo de navegação. Os passos de pré-processamento tiram proveito de métodos desenvolvidos à muito sobre a análise de cena e são semelhantes, de certo modo, com os métodos de compressão de vídeo, isto é, são descobertas mudanças nas imagens e é explorada a existência destas mudanças para orientar a descoberta de imagens que constituem indicadores principais das principais trocas de conteúdo no vídeo.

Uma análise de movimento é executada produzindo uma imagem representativa (Rframe). São exibidas Rframes ao utilizador enquanto se mantem a sucessão temporal destas. Numa aproximação, Rframe é toda a 10ª imagem de um vídeo mas inclui informação associada que indica que tipos de mudanças aconteceram nas 9 imagens desde que Rframe prévio foi apresentado. Diversos atributos de cor e forma podem estar disponíveis para o utilizador como modo auxiliar de organização ou filtragem das Rframes

Este tipo de navegação baseada no conteúdo possui vantagens em relação ao uso de operações de avanço rápido ou rebobinar. Se se usar o avanço rápido ou o rebobinar, o utilizador visualiza cada imagem a grande velocidade e pode perder imagens críticas e pode ser forçado a visualizar imagens iguais resultantes de um plano de grande duração e totalmente irrelevantes. Adicionalmente, os utilizadores repetem as operações de avanço e rebobinar frequentemente ao tentar focar os pontos de interesse. Na navegação baseada no conteúdo o esforço do utilizador é bem menor.

Quando o utilizador decide que um determinado ponto tem interesse, pode ver toda a sequência de vídeo em detalhe, ao redor do tempo da Rframe. Neste sentido, o Rframe pode ser visto como um esboço do vídeo e tem uma ligação entre si e o corpo associado do vídeo. Este é um tipo de hipermedia, isto é, possui ligações e um media baseado no tempo.

2.4.5 Formatos, conversores e recipientes

Desde que existam plataformas de hipermedia que continuam a ser distinguidas por possuírem diferentes capacidades para processar vários media, continuam a existir boas razões técnicas para ter formatos de media nativos que são integrados com interfaces dependentes de uma dada plataforma.

Tal conduziu à definição de formatos de media diferentes e continuará conduzindo à definição de novos formatos em áreas onde a tecnologia se encontra em rápido desenvolvimento. O mercado suporta o desenvolvimento de novas tecnologias o que requer, por sua vez, o desenvolvimento de novos formatos que sirvam essa tecnologia. Este fenómeno está por trás da proliferação de diferentes formatos (por vezes incompatíveis) o que também acontece, em alguns casos, com as normas de hipermedia.

2.4.5.1 O SGML

Para tornar a informação eletrónica mais portátil, é útil recorrer a padrões de estrutura lógica de documentos. O *Standard Generalized Markup Language* (SGML) é uma linguagem para a estrutura lógica de documentos e é um padrão internacional. O SGML é baseado na colocação genérica dos elementos estruturais num documento sem preocupações da sua apresentação que é considerada em separado. O SGML é diferente da marcação tipográfica, uma vez que os estilos e fontes não são considerados durante a marcação lógica do documento.

Cada documento SGML utiliza uma definição de tipo de documento (DTD), que declara que tipos de elementos podem existir no documento, quais os atributos de cada um desses tipos de elemento existem e como as instâncias dos tipos de elementos se relacionam hierarquicamente. Tipicamente, um DTD define uma classe inteira de documentos, e muitas instâncias de documento partilham um DTD comum.

A sintaxe do SGML é baseada em etiquetas (*tags*) que marcam o começo dos componentes lógicos do documento. Por exemplo, a primeira etiqueta a ser utilizada num documento significar que o que a segue é um documento geral. A segurança para o documento pode ser fixada pelo atributo "*security*" e pode, por exemplo, ser útil no caso de um relatório confidencial. Um título de primeiro nível é especificado com <h1>. A referência cruzada pode ser estabelecida no texto em relação ao cabeçalho (título) pelo marcador <hr>.

O interesse do SGML é que os documentos preparados com SGML devem ser imediatamente úteis a muitos outros grupos porque estes estarão preparados para lidar com as estruturas definidas no padrão. O SGML possui várias aplicações: é aplicado à publicação assistida por computador, em que o produto final é o documento impresso (*hard copy*); à publicação electrónica consiste na apresentação do documento no ecrã (*soft copy*); e, por último, às bases de dados de publicação em que os documentos constituem os elementos a recuperar da base de dados em combinação com outros elementos. Muitas publicações, sejam elas livros, manuais, relatórios, directórios ou mensagens podem ser representados em SGML. Também os gráficos e imagens digitalizadas podem ser incluídos num documento SGML.

2.4.5.2 O HyTime e MHEG

O *HyTime* é um padrão chamado *Hypermedia/Time-based Document Structuring Language*. O *HyTime* é a extensão do SGML de forma a os elementos de marcação e os DTD's possam ser usados para descrever a estrutura dos documentos hipermedia. O padrão define um conjunto formatos arquitectónicos para a definição DTD's de hipermedia. Estes formatos arquitectónicas constituem um metaDTD que gere a forma como um DTD do tipo *HyTime* pode ser desenvolvido.

Os formatos arquitectónicos *HyTime* são agrupados em seis módulos, designados por: base, medida, endereço de localização, hiperligações, planificação e conclusão. O módulo base é necessário a todos os outros módulos e especifica as propriedades que são globais ao documento. O módulo de medida dá ao documento a habilidade para representar os conceitos que envolvem dimensão, medida e contagem. O módulo de endereço de localização proporciona várias formas de especificar as localizações de um documento que não pode ser especificado só por SGML. Se o módulo de medida é usado, então podem ser especificadas localizações que são índices de certas dimensões. O módulo de hiperligações apoia a definição de ligações entre blocos do documento e pode chamar o módulo de endereço de localização. O módulo de planificação coloca os objectos do documento no espaço, de coordenadas finitas, definidos no módulo de medida. O módulo de conclusão amplia o módulo de planificação para especificar como podem ser mapeados eventos em espaços de coordenadas genéricos para espaços de coordenadas de apresentação.

O *HyTime* permite a maximização da interoperacionalidade de documentos hipermedia sem uniformizar os objectos multimédia e se exigir que os documentos que já existiam tenham de ser modificados para tornar os seus conteúdos compatíveis com os documentos do tipo *HyTime*. Os documentos *HyTime* permitem que o software de *HyTime* possa navegar, apresentar, formatar e realizar inquéritos nestes, mesmo que o software não consiga entender ou representar os seus objectos multimédia. Se a notação de um objecto não é interpretável, porque não existe localmente um sistema disponível para o fazer, o software *HyTime* ainda pode incorporar alguma forma de representação dos elementos em falta de modo a que o espaço e as relações de tempo entre os objectos que é possível representar e os que não, seja preservada.

O departamento de defesa norte-americano desenvolveu tecnologia e arquitecturas de documento para bases de dados de revisão para suporte de manuais técnicos eletrónicos interactivos como substituição para os manuais técnicos em papel, que se destinam a apoiar a logística do equipamento militar. Para diminuir custos e para garantir que os documentos hipermedia não se tornem obsoletos em relação às tecnologias de inquérito e de apresentação, o departamento de defesa necessitou de um modo padrão para representar os seus dados técnicos, pelo que escolheu o *HyTime* para basear a sua aproximação.

O MHEG normaliza as descrições ao nível que se situa entre as representações de baixo nível (como uma fotografia) e as linguagens estruturadas de alto nível e *scripts* (como o *HyTime*). O objecto MHEG só é definido no ponto de intercâmbio. O padrão MHEG relaciona-se com as classes de objectos que são especificados em três passos:

1. uma descrição informal da estrutura do objecto e do seu comportamento,
2. uma definição orientada a objectos precisa, da estrutura do objecto e do seu comportamento,
3. a representação codificada do objecto que usa as regras de codificação especificadas pelos padrões de intercâmbio, como o SGML.

Os objectos MHEG têm estruturas no tempo e no espaço e estão relacionados com outros objectos por ligações. Os objectos de ligação podem ser activados por acções e interacções como as opções dos utilizadores e desta forma com ligações condicionais.

O motor MHEG activa uma ligação quando descobre a mudança apropriada no estado de um objecto. O comportamento de objectos é especificado por acções, como "*torna modificável*" e pelos efeitos das acções no estado dos objectos, como "*disponível/não disponível*". Considerando que um programa *HyTime* tem visibilidade de todo o documento ou *script*, antes de que este seja executado, um programa MHEG tem visibilidade de uma pequena parte do documento que um utilizador está a usar durante uma interacção típica. O padrão MHEG suporta, de forma interactiva, o intercâmbio a tempo real de objectos hipermedia entre diversas aplicações e serviços, em múltiplas plataformas.

2.4.5.3 Conversores

As normas (padrões) podem tornar as conversões mais fáceis. Se os conversores podem transformar um formato não normalizado num formato normalizado, então uma norma assume um papel importante. Se existe um conversor entre cada formato não normalizado e o formato padrão, então a passagem entre um qualquer formato pode ser realizada convertendo um dado formato num formato normalizado e realizando, então, novamente uma passagem do formato padrão para o novo formato desejado. Por exemplo, se se tiverem quatro linguagens diferentes de marcação hipermédia e se quiser realizar uma conversão entre quaisquer duas, então um modo de o fazer é possuir doze conversores que garantam a conversão directa entre cada um dos quatro formatos. Alternativamente, usando um formato intermédio - *HyTime* - já só são necessários quatro conversores (Figura 1.1).

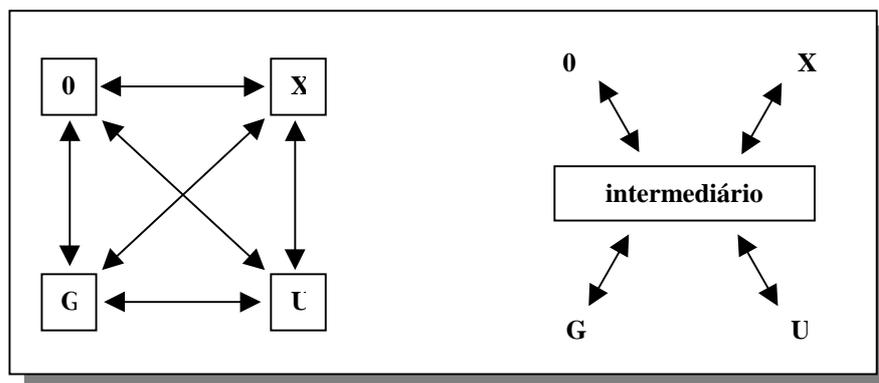


Figura 1.1: Conversores. Com quatro diferentes formatos e sem um formato intermédio, podem ser precisos doze conversores. Com um formato intermédio, apenas são necessários conversores entre cada formato e o formato intermédio, num total de oito conversores. Com o aumento do número de formatos, aumenta também a vantagem da existência de um formato intermédio.

Existem muitos tipos diferentes de formatos. Na conversão de documentos entre sistemas de hipermedia, é por vezes necessário converter mais que o formato lógico que poderia ser representado numa linguagem intermédia do tipo do *HyTime*.

Cada sistema de hipermedia suporta os seus próprios formatos de monomedia e também os formatos preferidos. Para converter um documento de um sistema de hipermedia para outro, cada componente de monomedia, dentro do documento, pode ter que ser convertido separadamente.

Com os utilitários de conversão num sistema de autoria de hipermedia, o utilizador que examina um dado monomedia e escolhe alguma unidade (Figura 1.2). A seguir selecciona um dos múltiplos formatos disponíveis nos quais a unidade deve ser armazenada. O sistema recupera a unidade de monomedia e, automaticamente, converte no formato desejado que será guardado num outro ficheiro, sobre um nome escolhido pelo utilizador e a extensão que identifica o formato.

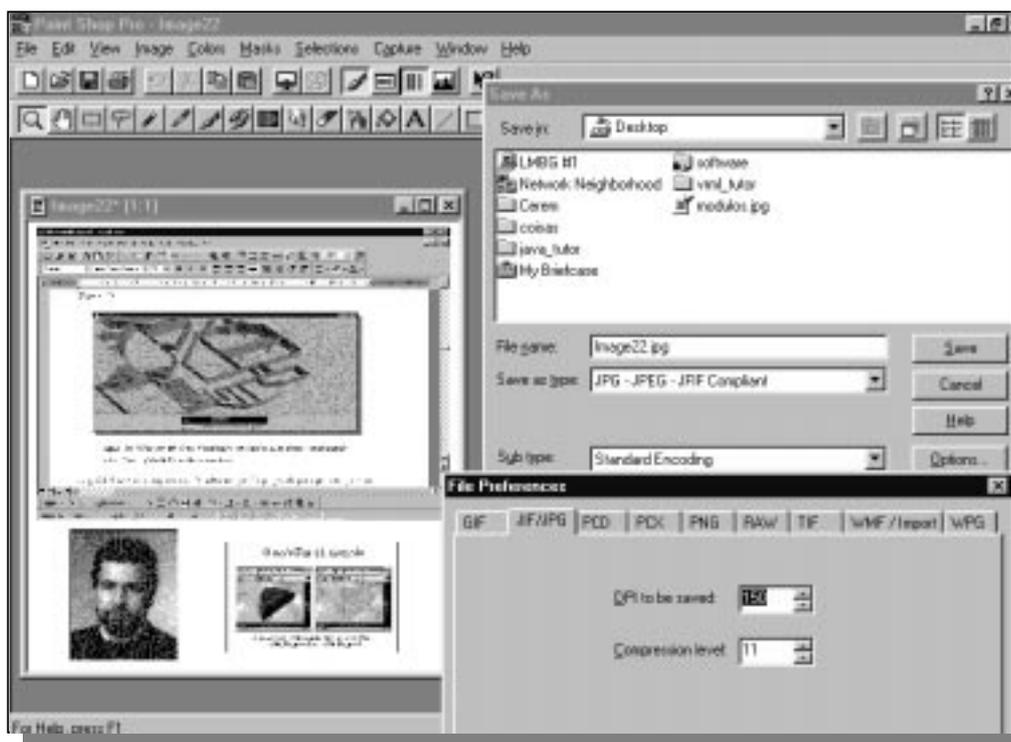


Figura 1.2: Conversor. Programa que apresenta informação sobre um dado tipo de media e permitem a sua passagem para um outro formato, com as respectivas opções e conversões da informação. Neste caso trata-se do *Paint Shop Pro*, para tratamento de imagens.

2.4.5.4 Os recipientes (*containers*)

Para converter os documentos completamente entre dois sistemas de hipermedia diferentes, os sistemas têm que suportar as mesmas características de hipermedia. Este não é o caso uma vez que diferentes produtos continuam a possuir diferentes conjuntos de funcionalidades, o que leva a que as conversões de formatos não sejam 100% efectivas. A diferenciação de produtos baseada nas suas características é típica dos mercados em crescimento, como o de software.

A necessidade de conversores é minorada graças à nova geração de formatos intermédios, como o *OpenDoc* que permite a objectos privados e a estruturas serem

descritos nas mesmas bases que os objectos e estruturas públicas. Com o tempo, esta funcionalidade pode permitir que em todas as aplicações a interpretação das partes relacionadas com outros formatos se conseguem entender.

O *OpenDoc* utiliza formatos de recipiente (containers) abertos e baseados em objectos, que envelopam os formatos. Estes objectos de formatos abertos são combinados com as funcionalidades das plataformas que correm aplicações ou com outros objectos de código que podem processar um determinado tipo de objecto de dados. Assim, um programa pode usar as funcionalidades de um outro programa para processar esses objectos que ele próprio não manipula.

Desta forma, quem usa um processador de texto podem incorporar no documento um objecto preparado numa folha de cálculo ou noutra aplicação qualquer e pode comunicar por *OpenDoc* com o processador de texto. Sempre que alguém quer editar uma folha de cálculo, o respectivo programa é invocado sem deixar de correr o processador de texto. Claro que, o utilizador tem que ter uma cópia do programa da folha de cálculo no seu sistema.

Para uma aproximação de formato aberto de recipiente, tanto os programas de chamada como do formato a reconhecer - neste exemplo um processador de texto e uma folha de cálculo, respectivamente - precisa de ter um vocabulário comum que define os dados dos objectos embebidos e como estes se relacionam com objectos activos (e especialmente para os métodos nesses objectos). Concordando num vocabulário comum de métodos, a aplicação pode tratar o programa invocado como uma caixa preta sem necessitar de saber os detalhes da sua implementação.

Se a indústria concordasse num formato normalizado e o usasse de forma consistente, os produtos poderiam ser criados e distribuídos de forma mais fácil. Mas tal envolveria algum acordo entre interesses divergentes. Tais acordos não são fáceis de alcançar em campos de rápida evolução como hipermedia e com o número de formatos diferentes que existem e os que são constantemente criados. As facilidades de conversão de um documento noutra ou de manipulação de objectos de formato aberto em recipientes, constitui um aspecto crucial para a disseminação do hipermedia.

2.4.6 Conclusão

O hipertexto proporciona ligações conceptuais entre blocos de texto. O multimedia consiste em fluxos de media sincronizados, como, por exemplo, a voz em conjunto com imagem móvel. O hipermedia é a combinação dos dois, isto é, *media* sincronizadas que adicionalmente têm ligações conceptuais entre os componentes. Por exemplo, a apresentação de uma sucessão hipermedia de audio e vídeo que permite ao utilizador apontar a um objecto no vídeo e ver numa janela adicional aparecer uma animação e texto descritivo associado ao objecto.

O modelo de hipertexto Dexter pode ser estendido para responder à sincronização dos media. Os nodos individuais são associados com *blobs* que podem conter vários media que começam e param em momentos precisos. Os nodos compostos especificam a temporização das relações ou arcos de sincronização, entre *blobs* de multimédia de diferentes nodos. A estrutura conceptual de ligações do modelo Dexter é ainda viável para o caso de hipermedia garantindo, desta forma, a ligação conceptual e sincronização baseada no tempo.

O modo de um utilizador codificar os media pode ser diferente do modo realizado por outro utilizador. A abundância de meios de formatos de media faz com que, quando um utilizador, envia uma imagem a outro, este pode potencialmente não entender o formato das media porque os dois utilizadores recorrem a métodos diferentes para representar os media. Este dilema de formatos incompatíveis dá lugar à necessidade para padrões. Para tirar proveito das oportunidades novas pela partilha de informação tornada possível pelo hipermedia é imperativo que sejam seguidos formatos normalizados.

O hipermedia apela aos sentidos dos utilizadores, mas possui exigências tão grandes de armazenamento e de processamento, que a sua difusão no mundo está intimamente ligada aos avanços conseguidos pela tecnologia. O mercado hipermedia quer seja do conteúdo de hipermedia quer de plataformas, deve sofrer um grande aumento, durante as próximas décadas. A direcção que o mercado tomará depende em parte da capacidade de integração do hipermedia (representado por produtos como um curso multimédia interactivo para formação) com os sistemas de hipermedia (representado por produtos como o computador pessoal multimédia).

3. O grupo e o groupware

3.1 Conceitos de grupo e de groupware

Esta secção explora as características dos grupos e como estes são passíveis de serem suportados por tecnologia específica para grupos. Cada membro de um grupo é normalmente responsável por uma ou mais actividades distintas, de forma a que a soma de todas as actividades realizadas complete um dado objectivo do grupo.

Podem ser projectadas ferramentas para apoiar o trabalho de grupo como extensões naturais do processo de grupo. Para ser eficaz, a tecnologia de suporte ao trabalho de um grupo tem que se ajustar à estrutura das tarefas realizadas pelo grupo. O texto apresenta uma linha de trabalho que torna visíveis as relações entre grupos e groupware.

3.1.1 Definições de grupo e de groupware

Um grupo é um conjunto de pessoas que funcionam como uma unidade, comunicam directamente e possuem algumas ou todas as características seguintes:

- Comunicação. Os membros de um grupo devem poder comunicar directamente entre si, sobre o grupo e sobre as actividades desenvolvidas.
- Identificação. Os membros de um grupo têm que se identificar eles próprios como membros do grupo. Este sentido de grupo, afecta as acções do indivíduo.
- Vida longa. A vida de um grupo pode ser maior que mesmo a mais longa vida de um membro do grupo, porque os grupos possuem a capacidade de substituir os membros que desaparecem.
- Motivação. Os membros de um grupo têm que ter um motivo para se juntar ao grupo e continuar sendo seus membros. A recompensa pessoal ou o benefício tem de ser obtidos, para um membro continuar no grupo.

O significado do termo groupware é:

processos de grupo intencionais e procedimentos para alcançar objectivos específicos + ferramentas de software projectadas para suportar e facilitar o trabalho de grupo.

Esta definição de groupware enfatiza a união de actividades de grupo e o seu suporte com software. O groupware é efectivo quando é projectado para dar resposta às necessidades de grupo.

A disciplina de trabalho cooperativo suportado por computador (*Cooperative Supported Cooperative Work, CSCW*) é interdisciplinar e tem por objectivo a exploração do groupware para melhorar o trabalho de grupo. A primeira conferência de CSCW ocorreu 1984 e incluiu pessoas de uma grande variedade de disciplinas, como sistemas de informação para escritórios, hipertexto e comunicação mediada por computador. Os tópicos incluíram experiências de introdução de sistemas de conferência electrónicos e o projecto e uso de ferramentas de filtragem de correio electrónico.

Quando o termo CSCW foi utilizado pela primeira vez, este designava simplesmente várias pessoas trabalhando em conjunto e recorrendo a computadores para suporte e benefício do seu trabalho. No entanto, o projecto deste tipo de sistemas requer um bom entendimento da natureza do trabalho cooperativo.

Os termos CSCW e groupware referem-se ao mesmo corpo de trabalho científico e de engenharia. Duas correntes principais caracterizam os esforços de investigação dentro deste domínio. Os engenheiros formam uma das correntes, desenvolvendo sistemas de apoio à decisão, sistemas colaborativos de suporte à escrita de documentos e outros sistemas deste tipo. Os investigadores das ciências sociais são responsáveis pela segunda corrente e investigam como as pessoas empregam a tecnologia.

Muitas especialistas de diferentes áreas interessam-se pelo CSCW e pelo groupware. As empresas de software e hardware (e mesmo outras) também se interessam pela área, pois vêem o mercado potencial para produtos que suportem grupos.

As empresas de telecomunicações e de redes de dados estão também interessadas porque compreendem melhor que ninguém a necessidade de conectividade, processamento concorrente e de novas aplicações que explorem maiores larguras de banda, entretanto disponíveis. Por sua vez, as organizações estão interessadas porque pretendem usar a tecnologia no suporte de projectos e grupos de trabalho.

3.1.2 Coordenação e comunicação em grupos

A comunicação é um processo cíclico (Figura 3.1). O indivíduo tem acesso à informação para criar informação nova que então comunica numa forma que este espera seja perceptível à sua audiência. Quando as pessoas trabalham em conjunto, a comunicação suporta a tomada de decisão o que, por sua vez, é necessária para coordenação dos esforços individuais para o objectivo do grupo.

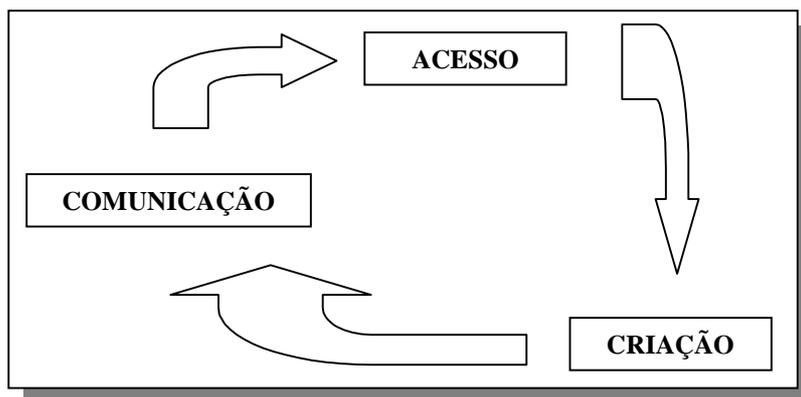


Figura 3.1: Ciclo de comunicação. As pessoas acedem à informação de forma a criarem aquilo que a seguir comunicam

3.1.2.1 A coordenação

O termo trabalho cooperativo é vago. Normalmente, a noção comum de dois ou mais indivíduos que trabalham em conjunto para realizar uma dada actividade é usada para denotar a existência de trabalho cooperativo. Os termos *trabalho cooperativo* eram usados em ciências sociais por economistas, na primeira metade do séc XIX, para designar trabalho que envolve múltiplos actores. Marx definiu trabalho cooperativo, de um modo formal como:

"Múltiplos indivíduos que trabalham em conjunto de forma planeada, no mesmo processo de produção ou em diferentes, mas interligados, processos de produção."

O trabalho cooperativo pode não reflectir situações reais de trabalho onde ocorrem situações como os conflitos e de política que ocorrem com o desenrolar das actividades, que parecem, numa análise mais superficial, cooperativas. A coordenação é necessária para a realização de actividades de cooperação, para lidar com contingências que acontecem, como por exemplo, uma modificação de objectivos.

A teoria da coordenação é um corpo de princípios que descrevem como:

podem ser coordenadas actividades, ou
como diversos actores podem trabalhar em conjunto de um modo harmonioso.

Devem existir um ou mais actores que executam um dado conjunto de actividades com o fito de atingir determinados propósitos ou objectivos. As relações pertinentes dos objectivos entre as diversas actividades são as interdependências (Figura 3.1).

Componentes	Processos
Objectivos	Identificação
Actividades	Relacionadas com os objectivos
Actores	Relacionados com as actividades
Interdependências	Gestão

Figura 3.1: Componentes da coordenação e processos associados.

Se não há nenhuma interdependência, não há nada a coordenar. A interdependência entre actividades pode ser analisada em termos de objectos comuns que envolvem ambas as actividades. Estes objectos comuns restringem a forma como cada actividade é desenvolvida.

Por exemplo, um dado software não pode ser projectado correctamente até que os seus requisitos tenham sido definidos. Este padrão de interdependência é denominado por condição prévia ou "pré-requisito". Outros padrões incluem "recursos partilhados" e "simultaneidade" (Figura 3.2). Um modo no qual a tecnologia pode ajudar a gerir estas interdependências é simplesmente pela ajuda na sua detecção prévia.

Tipos de interdependência	Objectos comuns	Exemplos de coordenação
<i>pré-requisito</i>	resultados de uma actividade necessários pela actividade seguinte	ordenação de actividades; movimentação de informação de uma actividade para outra
<i>recurso partilhado</i>	recursos necessárias a múltiplas actividades	alocação de recursos
<i>simultaneidade</i>	tempo no qual mais de uma actividade deve ocorrer	Sincronização de actividades

Figura 3.2: Interdependências.

A coordenação pode ser descrita em termos de níveis sucessivamente de maior profundidade de processos correlacionados. Por exemplo, muitos processos de coordenação requerem que alguma decisão seja tomada e aceite pelo grupo. Por sua vez,

as decisões de grupo, requerem que os membros do grupo comuniquem de alguma forma. Esta comunicação requer que algumas mensagens sejam transportadas numa linguagem compreensível para todos. Por último o estabelecimento da linguagem depende da capacidade dos actores para perceberem os objectos comuns. As dependências mais fortes ocorrem nestes níveis (Figura 3.3).

A identificação de processos de coordenação genéricos deveria informar o desígnio de sistemas de groupware. Os seres humanos podem ter problemas na coordenação do seu trabalho por causa das limitações cognitivas e físicas que lhes são inerentes. O groupware pode ajudar os seres humanos, assumindo acções que os humanos acham difícil executar.

Nível de processo	Componentes	Exemplos genéricos de processos
coordenação	objectivos, actividades, actores	Identificação de objectivos, ordenar actividades, atribuição de actividades a actores, alocação de recursos, sincronização de actividades
tomada de decisões em grupo	objectivos, actores, alternativas, avaliações, escolhas	Proposta de alternativas, avaliação, tomar opções
comunicação	emissores, receptores, mensagens, linguagens	Estabelecer uma linguagem comum, seleccionar um receptor, transportar mensagens
percepção de objectos comuns	actores, objectos	ver os mesmos objectos físicos, aceder a bases de dados partilhadas

Figura 3.3: Processos relacionados com a coordenação. Os níveis de coordenação e as correspondentes representações são identificadas, particularmente em termos de processos genéricos.

3.1.2.2 A comunicação

O processo de comunicação é composto por duas dimensões alternativas: a dimensão perceptual ou receptiva, e a dimensão de comunicação ou de controlo (Figura 3.1). O processo começa com o evento E que é percebido por M. A tomada de consciência de E por M é a percepção El. A relação entre E e El pode envolver selecção, uma vez que M pode não perceber a complexidade inteira de E. M poderia ser de facto uma máquina e a sua percepção selectiva é determinada pela engenharia que possui.

A complexidade surge quando M é humano. No caso de M ser humano, o significado deriva da comparação dos estímulos externos com os conceitos internos. A comparação

é determinada pela cultura, com indivíduos de culturas diferentes a perceberem a realidade de modos diferentes.

A percepção EI é convertida num sinal sobre E , ou SE . Esta é uma mensagem. O círculo que representa esta mensagem é dividido em dois; S refere-se à forma e E refere-se ao conteúdo. A relação entre forma e conteúdo é dinâmica e interativa. Em ambas as dimensões horizontal (perceptual) e vertical (comunicação), a selecção possui uma importância vital. A percepção acontece pelo filtro da mente; a comunicação acontece através de certos canais externos e não outros.

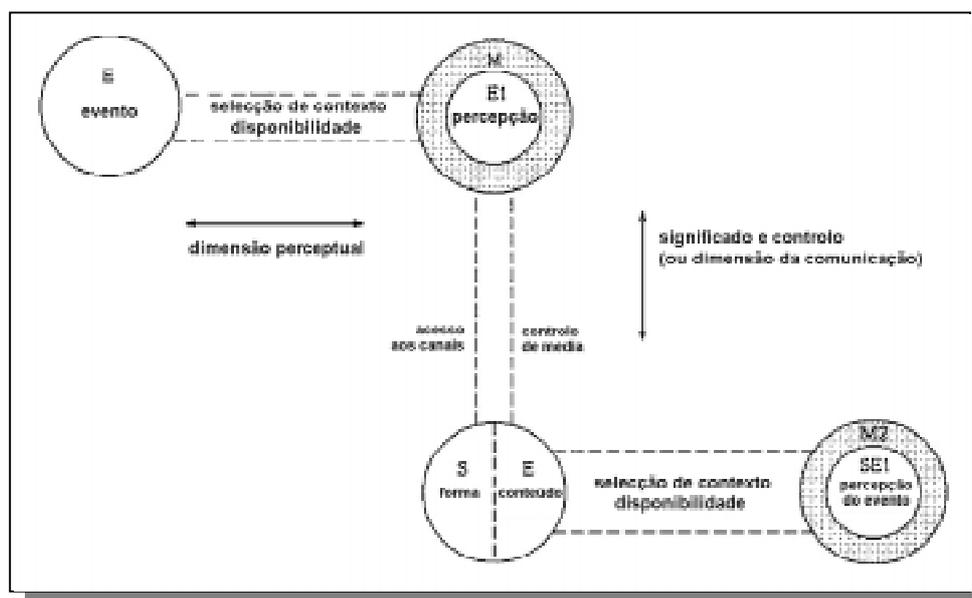


Figura 3.1: As duas dimensões da comunicação. O E é um evento. O M é o emissor e $M2$, o receptor.

Qualquer coisa que é transmitida por um canal de comunicação é uma interpretação selectiva de realidade. Esta visão distorcida da realidade (SE) é então percebido, por sua vez, pelo receptor ($M2$), que faz a própria selecção consciente ou inconsciente do que assumir e do que ignorar, na mensagem recebida. O significado da mensagem é então o resultado de uma interacção ou negociação entre o receptor e a mensagem. Na transmissão de SE para $M2$, o conceito de disponibilidade é significativo na determinando do que é realmente percebido. A disponibilidade é determinada pelo comunicador que seleciona como e a quem será enviada a mensagem.

A teoria dos actos de fala da linguagem, defende que uma linguagem (tanto escrita como oral) pode afetar a acção da pessoa que a origina e os seus receptores. Por

exemplo, um professor propondo um exercício na sala de aula e dizendo que "os alunos devem entregar o exercício dentro de duas semanas" executa um pedido para acção. Igualmente, declarações do tipo "eu vos pronuncio marido e a esposa" é uma acção.

Os actos de fala são combinados para formar estruturas de conversação. Dois tipos de estrutura de conversação incluem a conversação para a acção e a conversação para a orientação. A conversação para a acção tem um impacto particularmente significativo no projecto de sistemas de groupware (Figura 3.2).

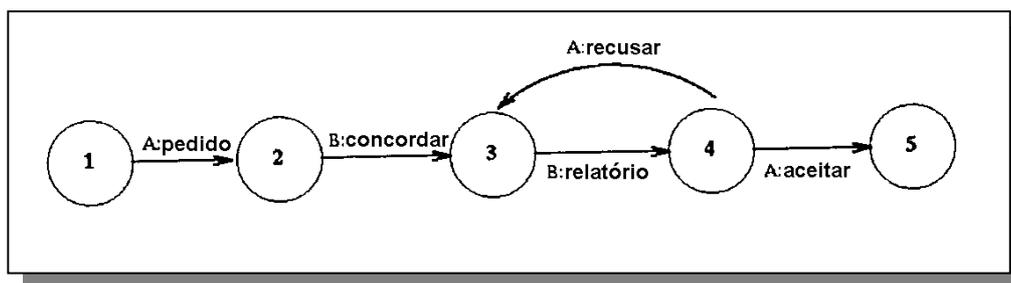


Figura 3.2: Conversação para estrutura de acção. Dois agentes, A e B, são envolvidos numa conversação. Os círculos representam os estados da conversação, enquanto as setas representam os actos de fala que os dois agentes executam. Os seguintes actos de fala são descritos na figura: (1) um pedido para acção, (2) uma promessa para executar a acção pedida, (3) reporte do que a acção pedida foi executada, (4) recusa de aceitação do relatório, (5) relatório aceite.

Além dos processos de comunicação e da teoria dos actos de fala, é ainda possível o estudo dos canais de comunicação. Por exemplo, o estudo das diferenças entre a comunicação face-a-face e por escrito, inclui:

- **Expressão:** os canais visuais de comunicação de face-a-face são capazes de carregar informação emocional sobre os sentimentos dos participantes.
- **Precisão:** a comunicação escrita tem a vantagem de permitir aos participantes levar o tempo que necessitem para construir as mensagens. Desta forma, permite assegurar a correcção e precisão da informação.
- **Participação:** a comunicação escrita torna todos os participantes iguais, eliminando a discriminação baseada no aspecto físico.
- **Interacção:** na comunicação face-a-face, as pessoas usam canais audio e visuais (entoação de voz, vocalizações, gestos, expressão facial) para regular a interacção. Na comunicação escrita síncrona, os mecanismos de interacção são difíceis de estabelecer e requerem um esforço adicional.

Destas observações, é possível sugerir um conjunto de diretrizes para a escolha de um canal baseado nas tarefas do utilizador.

Outra perspectiva em comunicação, estuda a cadeia de comunicação entre membros de um grupo. Existem três redes básicas: a roda, o círculo, ou canal total (Figura 3.3). A roda é sempre a forma mais rápida de chegar a uma solução ou conclusão e o círculo a mais lenta. Em problemas em aberto complexos, é com o canal total que provavelmente se consegue alcançar a melhor solução. O nível de satisfação para indivíduos é menor no círculo, e mais elevado no canal total. Claro que, o tipo de tecnologia que apoiaria estas redes humano-a-humano é paralela à necessária para tipos correspondentes nas redes de computador.

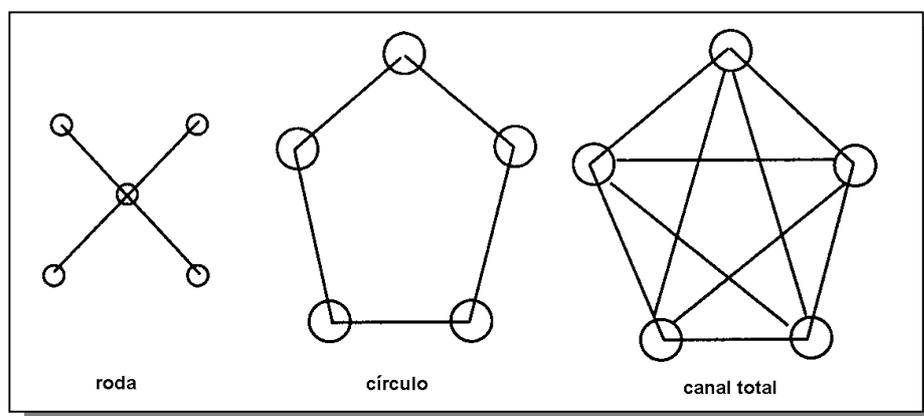


Figura 3.3: Três padrões básicos. A roda, o círculo e o canal total, constituem os três padrões básicos da comunicação entre os elementos de um grupo.

3.1.3 Os papéis e os processos dos grupos

Os grupos podem ser vistos de várias perspectivas diferentes, o que é extremamente útil. A necessidade de coordenação proporciona uma dessas perspectivas. Outra perspectiva preocupa-se com as identidades ou papéis que os indivíduos assumem. Ainda, outra perspectiva, é baseada na observação de processos no grupo e em generalizações sobre as mudanças que tendem a ocorrer através do tempo e das diferentes situações que se vão criando.

3.1.3.1 Os papéis

Uma perspectiva teórica sobre interações entre pessoas bastante aceita é da teoria do papel do grupo (*role theory*). A teoria do papel estuda os papéis que as pessoas

assumem nos grupos e tenta entender o comportamento do grupo em função dos diferentes papéis que são atribuídos no grupo.

A teoria é útil na ligação de indivíduos a grupos e na realização de uma análise geral da relação do grupo, por exemplo, em situações mal definidas, os diferentes indivíduos podem experimentar ambiguidade no papel que lhes está definido.

A teoria do papel (*role theory*) possui vários conceitos específicos:

- *Conjunto de papéis (role set)*: um indivíduo que é o assunto da análise é designado por indivíduo focado (*focal person*). O conjunto de papéis inclui todos os papéis com quem esse indivíduo possui mais que interações triviais.
- *Definição do papel*: a definição do papel do indivíduo focado não é determinada pela própria visão da sua posição dentro do papel fixado, mas é a combinação das expectativas que outros possuem do seu conjunto de papéis. As expectativas do papel são frequentemente definidas ocupacionalmente ou mesmo legalmente.
- *Ambiguidade do papel*: a incerteza sobre qual o papel formal numa dada situação resulta em ambiguidade. Esta situação pode acontecer se a concepção do indivíduo focado sobre o seu papel, é vaga ou com a discrepância com as expectativas do conjunto dos seus papéis. Em organizações, quanto maior for a posição de um indivíduo numa hierarquia, menos definição é obtida nas descrições, tendo como resultado uma sensação de ambiguidade do papel por novos elementos, nestes níveis.
- *Conflito do papel*: não é muito infrequente, um indivíduo ter de realizar mais de um papel de cada vez, e com papéis que entram em conflito. Por exemplo, é esperado que um executivo mulher cumpra num e mesmo momento as expectativas resultantes de ser mãe e as expectativas ligadas a um estereótipo masculino de executivo com sucesso.

Para os indivíduos, o grupo é necessário para um fornecer um sentimento de identidade e segurança. Indivíduos egocêntricos podem causar muito conflito em grupos e organizações, mas a submersão de um indivíduo na identidade de grupo também é um perigo.

Os grupos tendem a impor normas de comportamento aos indivíduos. Obedecendo a estas normas, o indivíduo mantém o seu estatuto de membro no grupo. Estas normas podem ser equacionadas em expectativas de papel.

Os membros do grupo devem possuir as competências e capacidades necessárias para fazer o trabalho para o qual o grupo foi formado. Indivíduos que são semelhantes nas suas atitudes, nos seus valores e nas suas convicções tendem a formar grupos duradouros e estáveis. Os grupos heterogéneos tendem a exhibir mais conflito, mas a maioria dos estudos mostram que estes são produtivos que os grupos homogéneos. Os grupos onde existe maior diferenciação de influência entre os seus elementos possuem altos nível de moral e de desempenho.

Um estudo da mistura ideal das características de uma equipa descobriu o denominado *síndrome de Apolo*, isto é, uma equipa composta pelos mais brilhantes acaba por não ser a melhor. O mesmo estudo formulou uma lista de oito papéis, necessários para a eficácia de um grupo:

- o presidente: preside a equipa e coordena os seus esforços.
- o modelador: o líder de tarefa que segue o presidente e dispara a acção.
- a planta: a fonte de idéias originais e de propostas.
- o monitor avaliador: cuidadosamente dissecar idéias e vê a falha dos argumentos.
- o investigador de recursos: traz novos contactos, ideias e desenvolvimentos para o grupo.
- o trabalhador: transforma as ideias em tarefas realizáveis.
- o trabalhador da equipa: garante a união do grupo, encorajando todos os seus elementos.
- o finalizador: sem este elementos, a equipa poderia não conseguir os prazos.

Um indivíduo pode combinar mais do que um papel, especialmente numa pequena equipa. Os grupos estáveis podem sobreviver frequentemente sem um conjunto de papéis completo, mas para que um qualquer grupo seja eficaz existe um conjunto de funções a que correspondem os oito papéis anteriormente descritos, que têm que ser levado a cabo por alguém no grupo.

Um compromisso tem que ser realizado entre um grupo grande com uma diversidade de talento, habilidades e conhecimento, ou um grupo pequeno com menos destes atributos mas mais oportunidades para indivíduos realizarem contribuições efectivas e de valor. Na prática, um grupo de tamanho de entre cinco a sete elementos parece ser o óptimo.

3.1.3.2 Os processos

Na sociologia de pequenos grupos é feita uma distinção básica entre os denominados grupos primários e grupos secundários:

Os membros dos grupos primários possuem mutuamente laços emocionais fortes e uma subcultura única que inclui um sistema normativo informal que serve de controlo às acções de cada membro em relação ao grupo.

Os grupos secundários são organizados, em primeiro lugar, para concluir o trabalho a realizar; o desempenho é medido em termos de eficácia ou excelência e é uma variável mais importante na determinação da pertença ao grupo do que sentimentos pessoais ou relações.

Os grupos primários e secundários diferem na medida que possuam mais vincadas cada uma das características referidas. Além disso, com o tempo, um grupo secundário pode transformar-se em secundário, assim como um grupo primário se pode transformar num grupo secundário.

Os grupos podem ser vistos como tendo quatro fases sucessivas de crescimento. A fase inicial, de formação (*forming*) é a fase em que o grupo se está a formar e quando o grupo é ainda incoerente. Actividades preliminares envolvem conversas sobre os propósitos do grupo, a sua composição, os padrões de liderança e a sua duração de vida.

A segunda fase é a de revolução (*storming*), quando são estabelecidos acordos para serem novamente re-arranjados e são revelados os programas de trabalho pessoais. A terceira fase de crescimento de grupo é de normalização (*norming*) em que o grupo estabelece as normas sobre onde e como deve trabalhar. A quarta e última fase de crescimento do grupo é a do desempenho (*performing*) e mostra o grupo na sua máxima maturidade e maior produtividade (Figura 3.1).

O termo *groupthink* descreve um síndrome que envolve a perda da capacidade do grupo para realizar pensamento crítico. Uma causa para esta falta pode ser uma excessiva coesão entre os membros do grupo: o objectivo que os anula é o de apenas pretenderem continuar juntos.

Como em situações de grupos heterogéneos, esta característica facilita a criação e geração de ideias; nos grupos com grande longevidade, esta tende a influir negativamente no desempenho de grupos, nomeadamente em grupos de investigação e desenvolvimento.

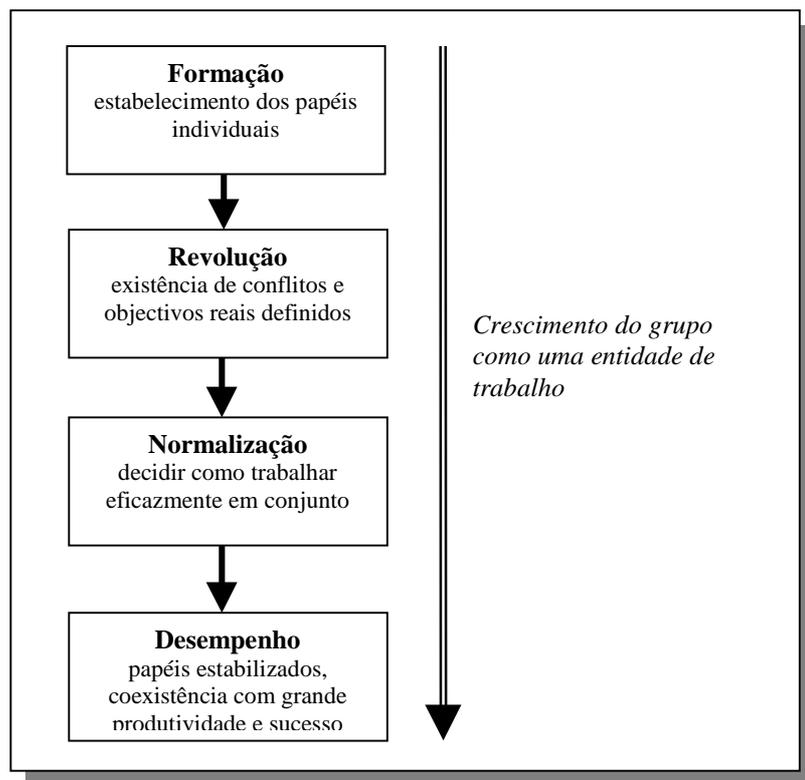


Figura 3.1: Fases do desenvolvimento de um grupo.

3.1.4 Princípios de Groupware

Relacionar grupos com a tecnologia groupware depende não apenas de uma compreensão do que são os grupos mas também de uma compreensão do que é o groupware. Esta secção descreve os princípios de groupware.

Os sistemas de groupware são compostos de um grande número de componentes em interacção (pessoas, estações de trabalho, informação) e tem que processar informação de forma concorrente. Desta forma, estas necessidades incluem não apenas o uso de

base de dados de computador e interface de utilizador, como também outras tecnologias para partilha de informação.

3.1.4.1 Informação distribuída

À medida que um grupo manipula informação, diversas questões de distribuição e partilha de dados assumem particular importância. Como pode a informação ser armazenada de um modo rápido e garantir que os diferentes utilizadores possam aceder a esta, de forma segura e fiável? Se duas pessoas tentam modificar o mesmo bloco de texto simultaneamente, é-lhes permitido fazer isso?, e se sim, como são resolvidas as eventuais mudanças e conflitos que possam ocorrer?

Existem três alternativas de arquitecturas para desenvolver software que pode suportar esquemas de informação distribuída: a aproximação centralizada, a aproximação de replicação e as aproximações híbridas.

A arquitectura centralizada contém um único programa central que controla o trabalho distribuído de todos os utilizadores, enquanto uma arquitectura replicada executa uma cópia do programa em todas as estações de trabalho. Uma aproximação híbrida combina as características de ambas as aproximações anteriores.

Na aproximação centralizada, um único programa que reside numa máquina, controla todas as entradas e saídas de dados produzidas pelos utilizadores (Figura 3.1). Os processos servidor, residentes em cada uma das estações de trabalho do utilizador são responsáveis apenas pela passagem dos eventos de entrada de dados da estação de trabalho para o programa central, tais como: os movimentos do rato e a visualização da saída de dados. A vantagem de um esquema centralizado é que a sincronização entre utilizadores é facilitada, uma vez que a informação sobre a actividade do utilizador está localizada num único local. A desvantagem é que o sistema distribuído é vulnerável a problemas com um servidor central provavelmente sobrecarregado.

Na aproximação replicada, cada um dos programas de aplicação é reproduzido em todas as máquinas com os programas reproduzidos a serem sincronizados através da comunicação directa entre si (Figura 3.2).

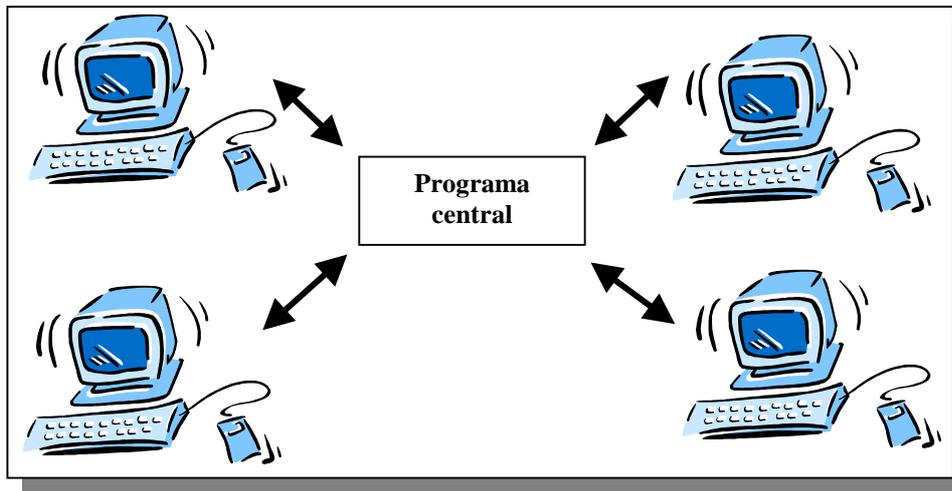


Figura 3.1: Solução centralizada. A coordenação entre as quatro estações de trabalho é realizada por um programa central, existente no servidor.

Cada um dos programas replicados é totalmente responsável pelo seu utilizador local e por trocar qualquer informação necessária com outras estações de trabalho. Neste caso, o sistema já não é vulnerável à potencial sobrecarga de um servidor central, mas podem ocorrer dificuldades na manutenção da coordenação entre as diferentes estações de trabalho.

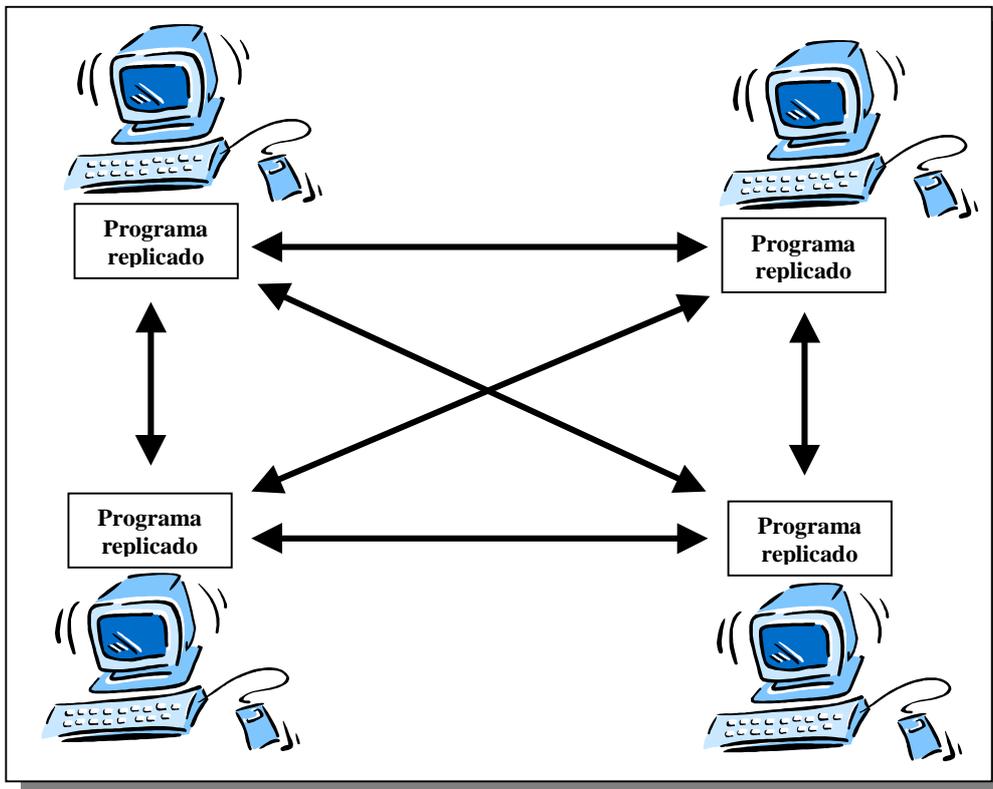


Figura 3.2: Arquitectura replicada. Cada uma das estações de trabalho possui todo o software e informação que necessita para o utilizador. A coordenação entre utilizadores é realizada através da comunicação entre cada uma das estações de trabalho.

São possíveis muitas arquitecturas híbridas. Por exemplo, as estações de trabalho usarem apenas o servidor para assuntos de sincronização; todas as outras actividades só seriam executadas dentro e entre as estações de trabalho envolvidas. Num exemplo de um sistema híbrido, um conjunto de utilizadores pode estar a modificar um espaço de informação de grande dimensão. Cada utilizador possui uma cópia completa da informação, e cada um está ligado a um servidor central. Cada utilizador visualiza e modifica a sua própria cópia da informação. As mudanças realizadas são verificadas localmente, de forma a garantir que nenhuma restrição é violada e então, as alterações são difundidas para o servidor central.

No servidor central, são novamente realizadas verificações uma vez que é agora possível verificar a interacção dessas mudanças com as dos outros utilizadores. Se, uma vez mais, as restrições não forem violadas, a actualização é difundida para todos os utilizadores.

Num dos usos da aproximação por replicação, por vezes designada por aproximação de base de dados cooperativa, cada uma das máquinas possui uma cópia da base de dados e as modificações são efectuadas por difusão sem preocupações de sincronização. Enquanto esta aproximação permite a ocorrência de inconsistências, os factores sociais do ambiente colaborativo podem contribuir para que a probabilidade destas inconsistências seja baixa. Dos vários modelos de gestão de informação existentes, a base de dados cooperativa é um dos que melhor satisfaz as necessidades do grupo.

Para implementar uma base de dados cooperativa pode, infelizmente, ser também necessário criar o próprio sistema operativo. Em muitos sistemas operativos o direito dos utilizadores para executar uma operação de leitura e escrita num ficheiro depende de como os atributos de permissão do utilizador coincidam com os atributos de direito de acesso do ficheiro.

Porém, mesmo com esta possibilidade não é suficiente para uma aplicação que possua um modelo mais abstracto que a leitura e escrita de ficheiros. Esta limitação implica que o controle de acesso da base de dados cooperativa deve ser implementada pela própria base de dados cooperativa. Se o sistema operativo não é modificado, os ficheiros devem permanecer desprotegidos ao nível de sistema operativo e, desta forma, vulneráveis a

uma modificação acidental ou maldosa por utilizadores que contornam a base de dados cooperativa.

3.1.4.2 Histórico de versões

Um bloco de informação pode sofrer várias mudanças durante a sua vida útil. Os conteúdos podem ser totalmente modificados, ou podem mesmo assumir significados diferentes. Cada vez que um bloco é revisto, é criada uma versão nova. Uma ferramenta de gestão de versões proporciona um conjunto de meios úteis para distinguir entre diferentes versões de um mesmo bloco e facilita a sua recuperação.

Num modelo de gestão de versões, as revisões são organizadas numa estrutura em árvore. O método pode economizar espaço porque, em vez de armazenar cópias de ficheiros, são armazenadas as diferenças entre ficheiros. Só a versão original possui a totalidade dos seus conteúdos em ficheiro.

Cada revisão é armazenada com os comandos de edição que provocaram a mudança. A passagem do original para uma primeira revisão consiste na aplicação dos comandos de edição ao ficheiro original. Por exemplo, se se tivesse um ficheiro designado por *M* que possuía os conteúdos [a b c] e depois da revisto se tornasse em [a b c d], o método guardaria a revisão como "*adicionar* [d]" e o original como [a b c].

Dado que um grupo das pessoas pode criar muitas revisões, como pode o grupo decidir de entre as revisões efectuadas, o que incorporar numa revisão final. Por exemplo, o Luís pode ter modificado um parágrafo acrescentando uma nova frase, enquanto a Paula pode ter apagado uma outra frase.

Uma destas versões deve ser agora ser considerada como a revisão aceite (autorizada), pelo que se coloca o dilema: devem as alterações efectuadas pela Paula e pelo Luís ser aceites, ambas, uma delas ou nenhuma; um método para decidir é proceder a uma discussão e a seguir votar. Um método alternativo é aceitar como versão autorizada a mais recente revisão.

3.1.4.3 O interface

Os interfaces de groupware oferecem potencialidades que o papel não pode. Um grupo das pessoas não podem escrever e ler simultaneamente uma mesma folha de papel mas

podem escrever e ler a mesma página de texto em computador. O ambiente WYSIWIS (*What You See Is What I See*) permite que vários autores escrevam simultaneamente na mesma imagem de ecran. Cada utilizador possui o seu próprio ecran físico, mas partilham com os outros utilizadores a imagem do ecran.

O WYSIWIS refere-se à apresentação de imagens consistentes de informação compartilhadas com os outros participantes. Este ambiente reconhece a importância de se ser capaz de monitorizar o trabalho em desenvolvimento.

Na alternativa de um ambiente relaxado WYSIWIS, uma mudança numa das estações de trabalho, como a introdução de dados, não é imediatamente difundida para todos os outros. Ao invés, a informação nova é recuperada automaticamente e o ecran actualizado na próxima acção do utilizador.

Permitir a existência de janelas privadas e de controlo de colocação de janelas num ecran individual parece vantajoso para a flexibilidade oferecido ao utilizador. Ainda, na prática, os utilizadores podem ser frustrados por não serem capazes de visualizar o que os outros estão a fazer nas suas janelas privadas e necessitam de gerir as múltiplas opções de apresentação da informação no ecran.

Em experiências realizadas, com um sistema WYSIWIS, os investigadores que desenvolveram o sistema gostaram de sua flexibilidade, mas outros utilizadores foram da opinião que se tratava de uma tecnologia muito complicada. O próprio compromisso entre simplicidade e flexibilidade depende, em parte, do tipo de utilizadores.

3.1.4.4 Modelo de Dexter estendido

Numa arquitectura híbrida o servidor central é responsável pela verificação de consistência e actualizações, mas as estações de trabalho correm editores e navegadores próprios. O interface é parcialmente um interface WYSIWIS em que as actualizações podem ou não ser difundidas para todos os utilizadores com as actualizações a ocorrerem, ou não, em tempo real. A edição pelo utilizador final e os processos de *runtime* que ligam a edição do utilizador com a camada de armazenamento são fundamentais para a arquitectura. Esta arquitectura de groupware prevê vários tipos de servidor e processos cliente que correspondem às camadas do modelo Dexter (Figura 3.1).

Os editores a que um utilizador recorre incluem os editores de texto, editores de vídeo, navegadores de hipermedia e outras ferramentas do género, para operar directamente em objectos. Os objectos de dados podem ser armazenados pelos editores no OODB (base de dados orientada a objectos) ou em ficheiros separados. Os objectos de dados manipulados por estes editores pertencem à camada de componente interno do modelo de Dexter, que é estendida para incluir esta funcionalidade de edição. A funcionalidade de hipermedia do editor só existe através da comunicação com a instanciação *runtime* do objecto no qual o editor opera.

Um processo de *runtime* proporciona o serviço de hipermedia para um conjunto de processos de edição de um utilizador, manipulando as ligações, as âncoras e os componentes. Este processo *runtime* define também um esquema conceptual que está de acordo com a camada de armazenamento do modelo de Dexter. A camada de armazenamento físico é responsável pelo armazenamento físico permanente para os objectos hipermedia como instâncias do esquema conceptual, definidas no processo *runtime*. Os processos *runtime* também distribuem notificações de eventos da camada de armazenamento físico para os editores.

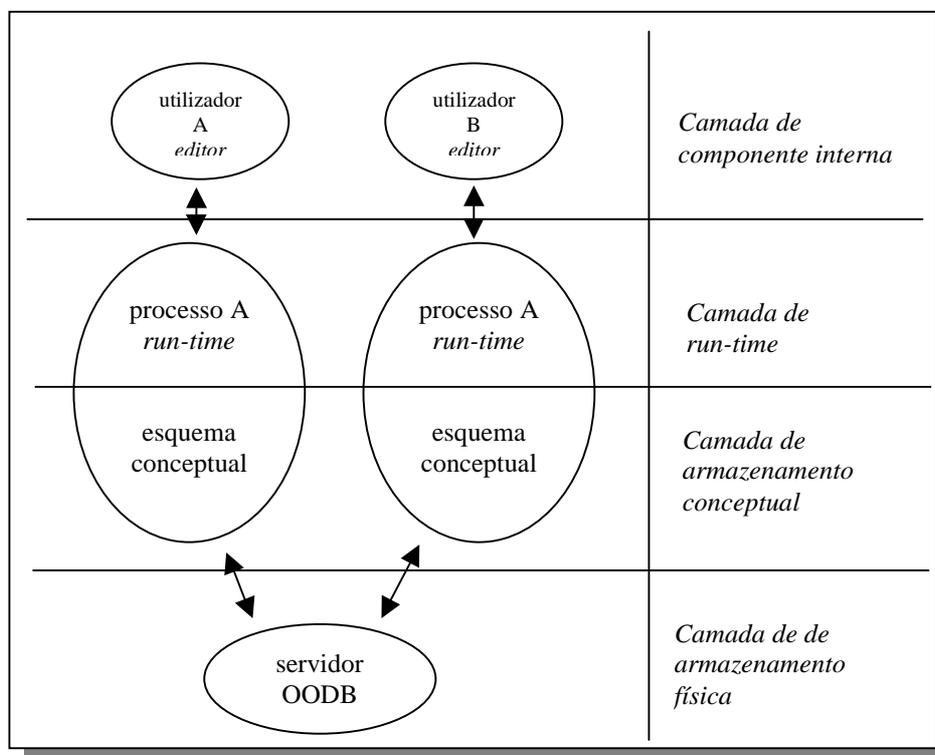


Figura 3.1: Dexter groupware. Esta arquitectura de groupware é apresentada de um modo diferente ao do modelo Dexter. A camada de componente interna é colocada no topo e liga-se directamente à camada *runtime* (de execução). A camada de armazenamento está dividida em duas partes: conceptual e física.

Os nodos e as ligações possuem atributos, como quem foi o seu criador, quem foi o último utilizador a efectuar uma modificação e quem são os donos. Estes atributos permitem numa sessão a apresentação selectiva dos objectos que o utilizador pretende utilizar e que tem permissão de usar.

Num cenário de utilização, o Joaquim e a Sara iniciam uma sessão num componente. O Joaquim bloqueia um componente para escrita. A Sara abre esse componente para escrita e subscreve-se para realizar actualizações a seguir às realizadas por outros utilizadores. O Joaquim realiza as mudanças e submete estas à base de dados; de imediato as modificações aparecem no ecran da Sara.

A camada de armazenamento físico proporciona o suporte para bloqueio de objectos. Com a operação de criação de um objecto, o cliente obtêm um bloqueio de escrita no objecto criado. Se o objecto é modificado e estas mudanças se destinarem a ser armazenadas na base de dados, uma operação de actualização ocorre. Se uma operação de actualização é invocada num objecto que foi editado com acesso para leitura, é obtida uma excepção (erro).

3.1.4.5 Espaços de trabalho (*workspaces*) a tempo real

A partilha de informação em computador é um aspecto chave do groupware, no entanto, esta aproximação não exclui o suporte complementar de para colaboração.

A experiência veio demonstrar que a simples capacidade de ver o espaço de trabalho de outros elementos do grupo, pode ser útil à colaboração. Assim, a televisão pode proporcionar este tipo de informação (pistas visuais) sem estar necessariamente ligado directamente ao computador.

Num espaço de trabalho partilhado a tempo real, uma das ideias chave é a extensão dos espaços de trabalho individuais. Assim, cada membro de um grupo de trabalho, pode continuar a trabalhar de forma idêntica ao que fazia individualmente, de modo a que a descontinuidade cognitiva entre o indivíduo e o espaço partilhado seja minimizada. Uma camera simples e poderosas funções de edição de vídeo podem, desta forma, ser acrescentadas a um sistema para aumentar a eficácia do trabalho cooperativo.

O sistema experimental *Shared Alternate Reality Kit* oferece um espaço de trabalho partilhado. O sistema é equipado com uma ligação áudio e uma ligação vídeo (Figura 3.1). A ligação vídeo é composta por uma camera e um monitor que permite aos utilizadores o estabelecimento do contacto olho-no-olho.

O dispositivo de ligação vídeo é designado por túnel de vídeo. O túnel de vídeo inclui uma camera de vídeo, uma televisão, um espelho, e um separador de luz.

O separador de luz é essencialmente um espelho unidireccional que reflete a imagem do utilizador no espelho, de onde é captada pela camera, enquanto que a projecção do monitor passa por este mesmo espelho de modo a que é vista pelo utilizador. Para alcançar o efeito de contacto olho-no-olho, a camera é colocada em cima do monitor.

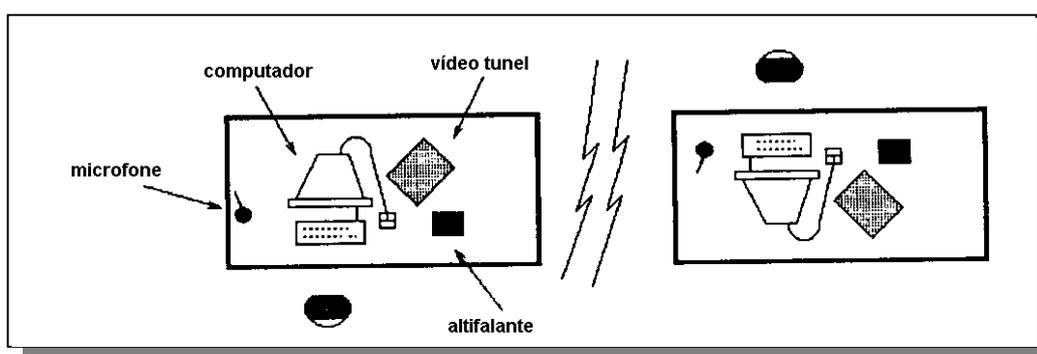


Figura 3.1: *Shared Alternate Reality Kit*. Cada utilizador possui um computador, um túnel de vídeo e um equipamento audio.

Com a afinação adequada do espelho e do separador de raios, o ponto de vista da camera é transferido da posição onde se encontra a camera para o centro do monitor.

O efeito deste dispositivo é o de permitir aos utilizadores que possam ter contacto olho-no-olho, alinhando o seu olhar no centro do monitor em vez de olharem para uma camera (Figura 3.2).

O túnel de vídeo é uma tentativa para estabelecer uma analogia com o mundo real, permitindo aos utilizadores empregar as "intuições físicas e emocionais do dia a dia".

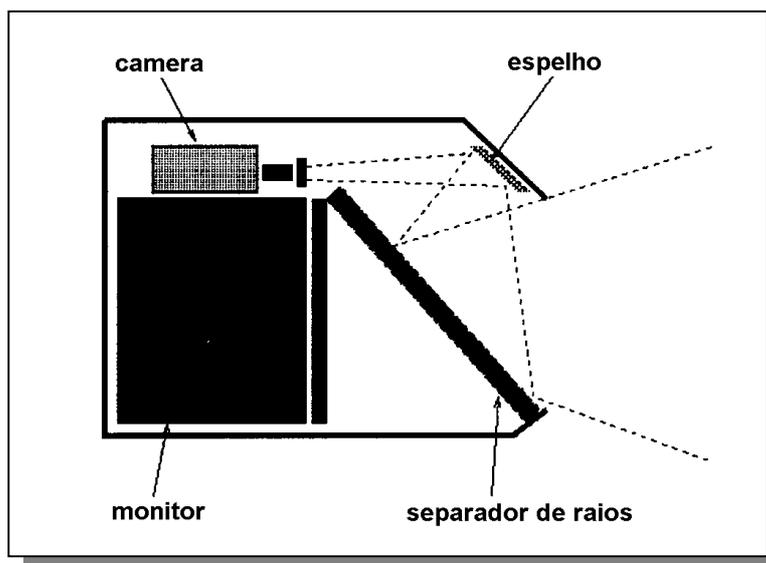


Figura 3.2: Túnel de vídeo. O túnel de vídeo, permite ao utilizador olhar no monitor e ver olho-no-olho a outra pessoa com quem ocorre a comunicação. O separador de raios ou espelho de uma direcção reflete a imagem do utilizador para a camera, enquanto permite que a imagem da outra pessoa passe directamente.

3.1.4.6 Tipos de groupware

O groupware suporta a coordenação síncrona ou assíncrona. Algumas tarefas (por exemplo *brainstorming*) requerem interacção síncrona em que todos os colaboradores tem que estar presentes ao longo da tarefa. Por outro lado, em algumas tarefas, como a escrita em grupo, os colaboradores trabalham frequentemente de um modo assíncrono.

Além de considerações de tempo, o groupware é caracterizado pelo suporte que proporciona em relação à distribuição geográfica dos seus utilizadores. Os membros do grupo podem trabalhar no mesmo lugar (por exemplo reuniões de face-a-face) ou em lugares diferentes (por exemplo equipas de desenvolvimento de software). Podem ser projectados sistemas de groupware para suporte de grupos tanto para variações de tempo como de espaço (Figura 3.1).

Uma conferência pode ser vista como um paradigma universal para colaboração, representando o mecanismo e o processo de comunicação colaborativa. Os avanços recentes em computadores e tecnologias de comunicação melhoram o suporte para a comunicação e interacção rica em multimédia, para o paradigma das conferências. Os serviços de audio e vídeo são integrados através da computação distribuida e transmissão a tempo real de multimédia digital para suporte de conferências.

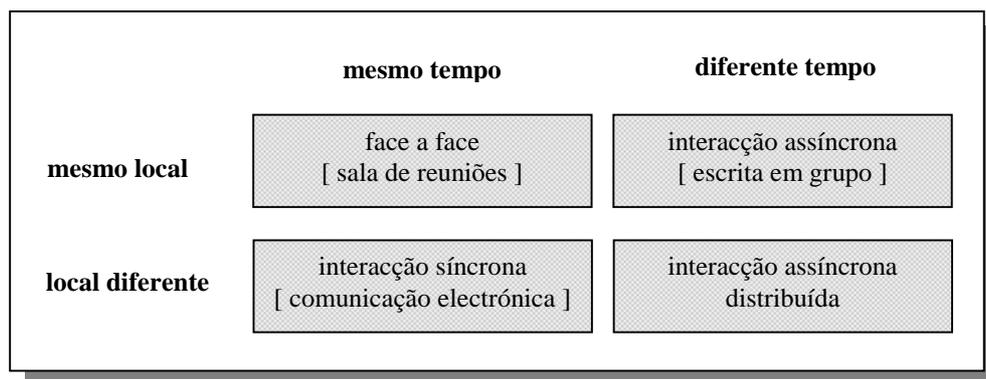


Figura 3.1: Dimensões de espaço e tempo do trabalho em grupo. O tipo de interacção é indicada nas caixas com fundo cinzento, com uma possível aplicação entre parentesis rectos.

Uma taxionomia para o paradigma das conferências proposto, apoia muitos tipos de colaboração interactiva multimédia. A taxionomia é baseada nos seguintes atributos de conferência:

- Estático ou Dinâmico: conferências dinâmicas permitem mudanças em conferência ou de atributos de participante depois de iniciada a conferência; nas conferências estáticas tal não é possível. A maioria das conferências combina estas duas características, mas, por exemplo, os exames não permitem uma mudança de participantes depois do começo do exame;
- Simple ou Super: uma conferência Super contém pelo menos um super participante; um participante que representa outra conferência; conferências simples contêm apenas participantes simples - os utilizadores individuais;
- Não relacionadas ou Relacionadas hierarquicamente: as conferências relacionadas hierarquicamente partilham contextos semânticos e permitem herança de conferência e atributos de participante de uma conferência pai para uma conferência filho;
- Éfemero ou Persistente: conferências efémeras só duram contanto que haja dois participantes activos pelo menos (por exemplo uma conversação de telefone). As conferências persistentes consistem numa série de sessões activas e inactivas entre participantes;
- Simétrico ou Assimétrico: conferências simétricas exigem que todos os participantes utilizem o mesmo conjunto de media para comunicação,

considerando-se que as conferências assimétricas permitem para cada participante a utilização de media por ele escolhidos, para a comunicação;

- Homogéneo ou Heterogéneo: as conferências homogéneas não permitem conversão entre diferentes media durante a comunicação entre participantes, no caso das conferências heterogéneas são permitidas conversões de media como reconhecimento de voz para texto e síntese de texto para voz;
- Sequencial ou Concorrente: as conferências sequenciais permitem para um utilizador participar em exactamente uma conferência num determinado momento, embora a participação numa conferência possa ser colocada em espera enquanto o utilizador participa numa outra conferência. As conferências concorrentes permitem aos utilizadores participar em simultâneo em várias conferências. Por exemplo, enquanto se participa numa conversa telefonica, um utilizador também pode estar a observar um ecrã de televisão para actualização de notícias.

Podem ser modeladas várias situações de colaboração, dentro desta taxionomia.

O groupware é um conceito multidimensional. Por exemplo, com importante significado para a caracterização e avaliação de um sistema de groupware, além dos parâmetros já descritos, são:

- alocação de recursos humanos ou de máquinas: a extensão da automatização das tarefas a serem executadas, e
- artefacto ou ênfase no processo: o suporte do groupware ao produto de um processo de trabalho (por exemplo, a produção de um documento) ou para o próprio processo (por exemplo, administração).

Ao longo de outra dimensão estão duas aproximações para o groupware:

- groupware como um mecanismo; isto é, um sistema que impõe e obriga as pessoas a trabalhar utilizando formas e procedimentos explícitos;
- groupware como contexto: isto é, um sistema que permite a grupos a sua auto-organização e adaptarem os seus procedimentos para as exigências do respectivo ambiente.

A aproximação mecanicista ao groupware é baseada na teoria social de que cada interacção humana é determinística e pode ser modelada em função de determinados procedimentos. Com base nesta suposição, o produto de groupware deve oferecer mecanismos de interacção bem definidos.

O sistema *Coordinator* é um exemplo de groupware mecanicista. Impõe e restringe a comunicação do grupo num conjunto de acções e de compromissos pré-definidos. A comunicação é mediada por correio eletrónico. São definidos vários tipos de mensagem, e o recipiente de cada mensagem tem que submeter explicitamente o reconhecimento das mensagens, para tomar uma acção.

A reacção das pessoas para o sistema *Coordinator* é caracterizada por extremos e é contraditória. Os empregados do Banco Mundial acharam o sistema muito encorajador, por outro lado os empregados da Hewlett-Packard resistiram ao uso do sistema e designaram este por "*naziware*".

O groupware mecanicista apenas é útil para determinados ambientes, nas organizações que já baseiam o trabalho em grupo, com regras e procedimentos rígidos e bem regulamentados. Em culturas organizacionais mais flexíveis tais sistemas podem reduzir a eficácia e a criatividade.

O groupware como contexto reflecte a aproximação oposta do que é tomada pelo groupware mecanicista. Está baseado na teoria social que sistemas humanos são auto-organizados e encoraja uma interacção aberta, sem restrições. A liberdade de escolha e a autonomia individual é particularmente valorizada. Muitos sistemas de conferência seguem esta aproximação.

Os sistemas nesta categoria não dão ênfase à dinâmica de grupo. A ênfase principal é colocada nas ferramentas de interface de utilizador e em ferramentas que permitem a estruturação e a navegação do conhecimento social.

3.1.4.7 Partilha de informação informal

Muito do trabalho cooperativo é realizado utilizando meios informais de comunicação. No entanto, a maioria do software do tipo groupware baseia-se em protocolos formais. Protocolos formais para trabalho cooperativo podem ser particularmente impróprios no

contexto de sistemas de associação livre, organizados socialmente, em que faltam redes de computadores institucionais.

A informação é transmitida como um subproduto de comunicação da comunicação interpessoal e tira partido dos encontros casuais em termos de troca de informação.

As pessoas poderiam possuir disquetes e utilizar software que permitisse actualizar estas disquetes com a informação da disquete de um colega. Experiências com este tipo de método de troca de informação informal, demonstraram alguns efeitos úteis em certas circunstâncias. A expansão dos vírus de computador é um testemunho adicional do poder das redes sociais para suporte da distribuição de informação.

A partilha de informação informal ocorre em numerosas circunstâncias no local de trabalho. Uma folha de cálculo é um artefacto cognitivo que pode ser entendido e pode ser partilhado por um grupo das pessoas, proporcionando um ponto de contacto cognitivo que medeia o trabalho cooperativo. Embora as folhas de cálculo constituam uma certa classe de aplicações de computador tradicionais, o que significa que lhes falta o apoio tecnológico que o groupware proporciona para trabalho cooperativo; estas funcionam como efectivos ambientes de trabalho cooperativo. A cooperação entre utilizadores de folhas de cálculo é informal e tem um carácter espontâneo e auto dirigido.

O uso cooperativo das folhas de cálculo é óbvio quando se descreve como os seus utilizadores:

- partilham os conhecimentos de programação através da troca de código;
- transferem conhecimento de um dado domínio através dos modelos de folha de cálculo e pela edição directa de folhas de cálculo;
- depuram folhas de cálculo cooperativamente;
- usam folhas de cálculo para trabalho cooperativo em reuniões e outras formas de agrupamento, e
- treinam-se uns aos outros em novas técnicas de folha de cálculo.

O problema de partilhar um domínio de conhecimento pode ser superado pela introdução de sistemas de software que proporcionam um formato visual forte que

expõe a estrutura e dados do modelo de resolução de problemas do utilizador. As folhas de cálculo conseguem a distribuição das tarefas cognitivas entre diferentes tipos de utilizadores de um modo altamente satisfatório. Estas suportam um informal mas efectivo intercâmbio de competências de programação e conhecimento de um dado domínio.

3.1.5 Os novos *media* e os grupos

O termo novos media refere-se a tecnologias de telecomunicações e computadores, dispositivos de utilizador e respectivas aplicações. O telefone que foi desenvolvido em 1876 é um exemplo antigo de uma ajuda eléctrica à comunicação. O uso de conexões de telefone entre computadores, suporta o correio electrónico. A combinação de ligações de telefone com ligações de televisão permite que as pessoas se possam ver e ouvir entre si. Porém, a combinação de tecnologias para apoiar a comunicação electrónica nem sempre conduzem aos efeitos benéficos que são esperados.

3.1.5.1 Lições tiradas da história

A primeira aplicação comercial do telefone mais televisão foi chamada o *PicturePhone*. Quando a AT&T introduziu o *PicturePhone* na Feira Mundial de 1964, era esperado que o produto vendesse muito bem. Julius Molnar, o vice-presidente executivo dos laboratórios Bell, escreveu em 1969:

"Raramente um indivíduo ou uma organização tem uma oportunidade para criar algo de utilidade tão alargada e que enriquecerá as vidas no dia a dia de todo o mundo. Alexander Graham Bell com a sua invenção, o telefone, em 1876 e as várias pessoas que posteriormente o desenvolveram para uso geral, perceberem o potencial de oportunidade que exploraram para o grande benefício de sociedade. Hoje está diante de nós uma oportunidade de serviço de magnitude equivalente: o PicturePhone."

Os utilizadores regulares do *PicturePhone* na cadeia entre os laboratórios Bell e a sede da AT&T concordaram que as conversações com o *PicturePhone* transportavam mais informação que a possibilitada apenas pela transmissão de voz.

O entusiasmo do *PicturePhone* pelos seus criadores na AT&T não era, porém, compartilhado por outros utilizadores. Estes novos utilizadores sentiam-se tímidos quando se viam na televisão e não sentiam que o valor acrescentado pela informação extra excede-se em valor o equipamento ou os custos sociais. Numa avaliação do uso do *PicturePhone* este foi descrito como "*falar para um estrangeiro, deficiente mental*". O *PicturePhone* foi um fracasso comercial e serve como um bom exemplo da dificuldade de prever como a alta tecnologia é utilizada.

A história da vídeoconferência proporciona uma boa lição para quem desenvolve groupware (semelhante às lições obtidas com o *PicturePhone*). Pelos anos 70, o entusiasmo perdido com o *PicturePhone* tinha sido substituído por um entusiasmo semelhante mas desta vez pela vídeoconferência, que se destinava a permitir a grupos de indivíduos ouvirem-se e verem-se uns aos outros através de meios electrónicos e, desta forma, evitarem custos de viagem elevados.

A vídeoconferência não se tornou tão popular como muitos predisseram que se tornaria. A razão para tal é em parte que as pessoas preferem o contato informal face a face. Em dois estudos do início dos anos 70, foi concluído que se poderiam substituir 85% das reuniões físicas com sistemas de vídeoconferência, enquanto um estudo semelhante concluiu que só 20% das reuniões poderiam ser substituídas desta forma. O estudo posterior tinha adicionado a seguinte questão: se as pessoas escolheriam usar sistemas de vídeoconferência como um substituto para os encontros face a face.

3.1.5.2 O audio

As ligações audio podem proporcionar óptimos meios de comunicação, quando a comunicação face a face não é possível. Actualmente, uma percentagem grande de reuniões empresariais é auxiliada por instalações audio. Porém, estas reuniões são dirigidas por tarefas simples, como resolver um problema simples, juntar e recolher informação, trocar informação e discutir idéias. Para tarefas complexas, como a resolução de conflitos, as pessoas preferem frequentemente reuniões face a face.

Um das vantagens mais reportadas da comunicação audio é a redução da necessidade das pessoas terem de viajar para liderarem uma reunião. Embora tal seja importante para reduzir custos, é necessário ter em linha de conta que todas as partes envolvidas na reunião precisam de estar disponíveis ao mesmo tempo.

Dado os diferentes horários e as diferenças de tempo nas localizações distantes, a condução de reuniões audio pode ser particularmente problemática. As reuniões audio realizadas com pessoas que nunca se encontraram, também são difíceis. O conhecimento prévio entre as pessoas pode afectar em grande medida, a comunicação, facilitando-a.

3.1.5.3 O vídeo

Os resultados de I&D indicam que a vídeoconferência pode ser adequada em situações envolvendo a obtenção ou passagem de informação, fazer perguntas, trocar opiniões, resolver problemas e gerar idéias. Ajuda também no suporte da coordenação de equipas do tipo comité. Em situações onde a equipa enfrenta uma tarefa complexa, o canal visual é bastante útil, uma vez que é capaz de carregar sugestões como movimentos de corpo, expressões faciais, e gestos (comunicação não verbal).

Além disso, o vídeo pode permitir aos utilizadores ter a sensação da presença de outras pessoas. A sensação de presença é um factor importante que pode afectar o desempenho individual dentro do grupo. A sensação de presença depende do tamanho do ecran de vídeo. O sentimento de presença é baixo para ecrans de televisão normais. Uma maior área de projecção aumenta o sentimento de presença.

A habilidade de vídeo para apoiar a formação do grupo é questionável. Pessoas que não se conheceram uns aos outros previamente, preferem reuniões face a face às reuniões vídeo. É também referida a ausência da sensação de contacto pessoal com os outros participantes. Às vezes, o vídeo pode inibir a comunicação porque os participantes poderiam usar os filmes ou a televisão inconscientemente como modelos de comportamento (*síndrome de Hollywood*).

A inibição da comunicação pode afectar o desempenho. Num seminário com ensino assistido por vídeo, estudantes em localizações remotas que se sentiam inibidos, tomaram atitudes mais negativas para o curso, obtendo piores resultados do que os estudantes que se encontravam fisicamente no mesmo local que o professor.

O uso de vídeo num contexto empresarial é variado, como também as opiniões sobre a sua necessidade. A diversidade de opiniões parece sugerir que as regras que governam o uso de vídeo dependem de cada contexto organizacional particular. O sistema de vídeo

da Bell Labs foi usado para falar simultaneamente a várias pessoas, comunicando com pessoas do mesmo grau e para suporte à comunicação interna na empresa. As pessoas de maior estatuto podem utilizar videotelefonos para comunicar com os seus subordinados, enquanto os subordinados utilizam com maior probabilidade telefones normais para comunicar com os seus superiores.

Os sistemas de conferência *desktop* de vídeo tem a vantagem que os participantes podem ver-se e ouvirem-se uns aos outros e também podem fazer uso das instalações proporcionadas pelo computador para compartilhar objectos como documentos e desenhos.

O uso mais comum do canal visual é para expressar entendimento, por exemplo, movimentar a cabeça o que é não intrusivo numa interacção. Outras expressões faciais e posturas também carregam entendimento ou falta deste e gestos que reforçam as descrições verbais.

A realimentação visual contínua ajuda os participantes a criar uma interacção fluida. Os participantes de sistemas de conferência *desktop* de vídeo podem ver o que os outros estão a fazer durante fases silenciosas - como tomar notas, procurar material, pensar nas sugestões realizadas - considerando que pausas estendidas no telefone geralmente precisam de ser explicadas.

Não obstante, comparando com a interacção face a face, o vídeo tem limitações e afecta principalmente a coordenação da interacção. A interacção remota por vídeo torna difícil para os participantes o controlo do chão pela posição de corpo e pela direcção do olhar (não é possível averiguar quais são exactamente os outros participantes e para onde estes olham, quando todos os outros participantes aparecem no ecrã de cada participante). Pela mesma razão, é difícil a um utilizador apontar para objectos que existam no espaço remoto de outros utilizadores.

3.1.5.4 Realidade virtual

A realidade virtual (VR; *virtual reality*) permite que o mundo real seja simulado e manipulado de um modo realista sem a necessidade de assumir o perigo, inconveniência ou consequências do custo associado à acção no mundo real. Um exemplo precursor

deste tipo de sistemas de representação do mundo artificial é a simulação de vôo usada para treinar os pilotos.

Os gráficos de computador gerados em lugar de vídeo actual proporcionam frequentemente o aspecto visual do mundo de VR. O utilizador de VR sabe que o mundo de VR é simulado mas pode aceitar os seus objectos como paisagens, quartos e corredores como representações do real mundo. Com um pouco de sensação táctil que começa a ser oferecida em VR através do uso de áreas sensíveis ao toque e à pressão, aumenta os níveis de realidade sentidos pelo utilizador. Podem ser usadas luvas de dados para manipular objectos de VR.

O movimento no mundo de VR é comumente sincronizado com o movimento real do utilizador; movimentos do corpo como andar, saltar e correr possuem assim um correspondente virtual. O ambiente virtual pode ser definido como uma experiência multi-dimensional que de forma total ou parcial é gerada por computador e pode ser aceite como cognitivamente válida.

Em aplicações de grupo que recorrem à realidade virtual, os indivíduos interagem directamente e colaboram dentro de um mundo simulado. O escritório virtual dá aos teletrabalhadores a impressão de estarem num lugar familiar na presença dos colegas de trabalho e com acesso ao equipamento de escritório habitual. Aprendizes de cirurgiões podem adquirir muitas das habilidades exigidas para a prática da cirurgia, praticando em pacientes virtuais. Este tipo de cirurgia já é executada remotamente, por meio de máquinas fotográficas microscópicas que podem ser conectadas a monitores que exibem imagens de primeiro plano do tecido do paciente.

O método de *keyhole* de cirurgia é benéfico para os pacientes em termos de minimizar a intervenção cirúrgica e melhora a taxa de recuperação mas é difícil de ensinar; e não podem ser usados pacientes reais para essa prática! Um paciente de realidade virtual exibido no monitor pode, porém, proporcionar uma simulação boa e permite o cirurgião a aprendizagem das técnicas exigidas para fazer a cirurgia. Não obstante, no momento, a sensação tátil directa de usar instrumentos cirúrgicos para o método *keyhole* ainda não é simulável, porque não existe nenhuma conexão táctil entre os instrumentos e o paciente virtual, embora tenham aparecido recentemente, dispositivos de *feedback* táctil. Como resultado, os cirurgiões treinados deste modo em têm inicialmente que fazer ajustes

delicados de forma consciosa, para compensar a resistência dos tecidos quando realizam operações reais.

3.1.6 Conclusão

A relação entre tecnologia e o ambiente social é recíproca. Desta forma, uma nova tecnologia não mostra uma força singular nas pessoas que a adoptam, nem o seu significado é partilhado de igual forma por todos. Os padrões sociais pré-existentes alteram as respostas ao uso deste tipo de tecnologias. As novas ferramentas de computador afectam os modos pelos quais o trabalho é realizado, e em troca, os padrões existentes de interacção social estão a influenciar a evolução destas ferramentas, altamente maleáveis.

O trabalho cooperativo assistido por computador (CSCW) preocupa-se com o estudo de grupos e da tecnologia de informação que lhes pode ser associada. A frase chave em CSCW é suporte de computador, o que sugere que o computador possui um papel servil (de suporte) como provedor de ferramentas, designadas por groupware, com que são tornados certos tipos de trabalho possível.

O computador deveria ter a mesma relação com o utilizador que o artesão ou o artista tem com as respectivas ferramentas. Em lugar de limitar o âmbito para o exercício das capacidades humanas, estas ferramentas estendem este âmbito. Os computadores têm, durante décadas, sido usados para substituir componentes humanos em sistemas de produção. Os sistemas CSCW, na prática, não se preocupam com a forma como podem ser usados os computadores para substituir os seres humanos, mas sim como é possível aumentar as capacidades humanas dos seus utilizadores.

O groupware foi influenciado por vários desenvolvimentos em campos diferentes. As visões tradicionais de automatização de escritório conduziram ao projecto de sistemas que poderiam automatizar o trabalho de escritório e poderiam substituir actividades humanas. Estes modelos não eram capazes de capturar o que de facto aconteceu num ambiente de escritório. A visão de automatização de escritório era muito ambiciosa e uma mudança teve de ocorrer para entender o que de facto acontece no escritório. A compreensão conduziu ao projecto de sistemas que apoiam actividades de escritório em lugar de as automatizar.

Um sistema groupware suporta um espaço de informação transparente e lida com problemas de propriedade de informação e de disseminação dessa informação. Além da transparência, o groupware permite aos utilizadores a avaliação da informação no seu contexto. Informação não relacionada com tarefas como a identidade do originador da informação é representada. A diferença nos objectivos dos membros do grupo e respectiva motivação, levanta a necessidade para que os participantes partilhem informação sobre o originador de informação assim como o contexto de modo que haja a oportunidade de realizar a interpretação correcta.

Com a disponibilidade do multimedia interativo, a partilha de informação entre membros de um grupo pode incluir imagens móveis e audio. O ajuste deste tipo de tecnologia para as tarefas do grupo nem sempre é como seria de esperar. O *PicturePhone* dos anos 60 permitiu a comunicação de imagem e o som da comunicação entre ambos, a grande distância. Porém, os consumidores acharam baixa a qualidade do vídeo, que dessa forma, se torna mais problemática que útil.

A comunicação de maior riqueza acontece quando as pessoas estão fisicamente face a face, e a tecnologia mais sofisticada para conectar as pessoas com audio e vídeo não pôde substituir a comunicação face a face. O desenvolvimento de groupware tem que considerar os componentes humano e computador. Até ao momento, este desenvolvimento tem estado limitado pelo conhecimento de como as pessoas cooperam usando computadores como tecnologia de mediação. É necessário entender ambos os princípios de grupos e de tecnologia para desenvolver groupware funcional.

3.2 Aplicações de groupware

Para aprofundar a relação entre grupos e o groupware é necessário observar a prática das actividades de um grupo. Este ponto descreve as experiências resultado da prática desenvolvida em várias cadeiras de ensino superior e da utilização de software específico para engenharia de software, recorrendo a groupware baseado em texto. Por último, são descritas várias experiências com sistemas de groupware, a tempo real e em multimédia (utilizando audio e vídeo), para suportar de reuniões.

3.2.1 A colaboração na educação

Na sala de aula tradicional, o professor dá a aula e o estudante toma notas. Porém, idealmente, a interacção entre o professor e os estudantes e entre os próprios estudantes deve ser encorajada. O uso de groupware pode facilitar tais interacções.

3.2.1 Ligações hipermédia

Os sistemas cujas bases de dados são partilhadas e actualizados por múltiplos utilizadores tornam-se imediatamente como excelentes oportunidades para que os estudantes trabalhem em conjunto. O *Intermedia* é um sistema de rede hipermédia desenvolvido na Universidade de Brown no meio dos anos 80 e é considerado uma referência do uso sofisticado do hipermédia. Por esse facto, o hipermédia está integrado nos currículos dos cursos de Inglês, de Biologia, de Antropologia, de Ciência Política e de Medicina da Universidade de Brown. Duas das aplicações do *Intermedia* para educação são o *Context32* e o *In Memoriam*.

Os estudantes de Inglês da Universidade de Brown utilizam o *Context32*, como parte do corpo do *Intermedia*, para completar as leituras que lhes são aconselhadas. O corpo total do *Intermedia* contém milhares de documentos relacionados electronicamente de várias formas, e o *Context32* contém mais de 2000 documentos. O *Context32* é uma mistura de materiais, guias de estudo, resumos de estudos do estado da arte, introduções para conceitos críticos básicos e contribuições eruditas e críticas originais.

O desenvolvimento do *Context32* foi realizado por cinco indivíduos com cada um destes a escrever um conjunto de artigos sobre vários autores e tópicos e a recolher

material gráfico. Foram modificados alguns materiais, criados por outros, para posteriormente serem integrados com as contribuições originais.

Os estudantes também realizaram as suas próprias contribuições para o *Context32*:

- criando ligações entre documentos existentes no sistema;
- criando documentos de texto (e ligando-os com os restantes documentos); e
- criando documentos gráficos (e ligando-os com os restantes documentos).

Os documentos gráficos foram produzidos adicionando imagens digitizadas, tais como mapas ou reproduções de quadros e criando redes de conceitos. Os utilizadores estudantes criaram novas redes conceptuais no formato de ficheiros de avaliação ou de estudo e usaram os primeiros como modelos, realizando pequenas modificações e modificações nos textos. Desta forma, diminuindo o trabalho técnico de estruturar cada documento e concentrando-se no respectivo conteúdo.

O projecto *In Memoriam* da Universidade Brown tirou partido das capacidades do *Intermedia* para realizar actividades impossíveis com a tecnologia dos livros. O experimental e complexo poema vitoriano de Tennyson, *In Memorium*, é uma tentativa para criar novas versões das formas poéticas principais tradicionais a partir de 133 secções separadas. Cada secção é um poema que possui a sua própria autonomia.

É particularmente apropriado para a representação em hipertexto, uma vez que faz uso intensivo do eco, das alusões e da repetição. O poema inteiro foi colocado no *Intermedia* e foi ligado com:

- leituras alternativas dos manuscritos;
- comentários críticos publicados; e
- passagens de trabalhos de outros autores.

Entre janeiro e abril de 1988, foram adicionados documentos e ligações ao corpo de material já em linha. Nos meses seguintes, os membros de um seminário de pós graduação adicionaram mais de cem documentos, cada um comentando especificamente uma ou mais secções do poema com o trabalho de outros autores.

A primeira tarefa para o projecto que lhes foi exigida, foi a criação de cinco documentos para juntar a secções individuais do poema. Cada um dos membros do

seminário semanal leu as contribuições dos outros, adicionando mais documentos e fazendo então as ligações. A tarefa final do projecto proponha que os estudantes envolvidos colocassem em linha textos de poemas de outros poetas que tivessem relevância óbvia nas secções individuais do trabalho de Tennyson.

O projecto *In Memoriam* foi bem sucedido na promoção de um estilo, o que é desconhecido no trabalho na área de humanísticas, onde a noção de responsabilidade individual e autoria é firmemente estabelecida, em contraste com as ciências, onde a autoria colectiva de documentos e livros é a norma.

3.2.1.2 Conferências por telefone

O Departamento de Geografia da Universidade de Boston realizou, desde 1990, várias experiências em cursos universitários do uso tecnologias baseadas no telefone. Os novos elementos baseados no telefone para uso na sala de aula, foram a conferência telefónica, conferência por computador assíncrona e a tempo real, o correio electrónico dentro e fora do campus e o uso de base de dados e redes externas para consulta.

O Departamento de Geografia ofereceu um novo curso em 1991 que explorou a relação entre pobreza e degradação ambiental na América Central. Examinou as causas e consequências de deterioração ambiental, promovendo debates actuais entre os estudiosos e os regulamentadores, e alargando a discussão ao alcance das políticas e respostas institucionais que são tentadas na região.

O curso foi projectado para ser ministrado usando o meio tradicional e o meio baseado em técnicas de conferência. No meio tradicional, foram aconselhadas leituras de estudo, dadas aulas presenciais, e foram realizadas uma vez por semana sessões de discussão do tipo seminário. Os estudantes viram as ferramentas baseadas em técnicas de conferência como complementares e enriquecedoras e não como um substituto para a instrução em sala de aula, que lhes era mais familiar.

As conferências de telefone são mais simples e inicialmente mais atractivas que conferências de computador. Para a maioria dos estudantes, o elemento com mais sucesso e o mais popular destas classes é a parte que é tecnologicamente mais simples: o uso de um telefone em alta voz para estimular sessões da classe com convidados de

fora. Isto é conseguido colocando um dispositivo de alta voz no telefone e realizando uma chamada telefónica previamente combinada para o interlocutor.

São seleccionados os convidados com base da experiência que possuem (experiência profissional). Apesar de um pouco de desajuste inicial, a maioria dos convidados mostrou-se favorável com a experiência e oportunidade para interagir com estudantes universitários. As apresentações e discussão com o convidado normalmente duram aproximadamente uma hora. Após concluída a chamada telefónica então a classe discute a apresentação durante outros 20 minutos.

A maioria destas conversas foi planeada e organizado previamente conforme a estrutura do programa de curso. Porém, alguns temas desenvolveram-se de forma própria. Por exemplo, depois de uma conferência e leituras em assuntos de floresta tropical, a classe entrevistou um ecologista tropical de renome que estava envolvido no desenvolvimento de uma Biosfera internacional entre a Costa Rica e o Panamá. Esta discussão levantou um novo conjunto assuntos sobre a política de conservação. A classe dialogou com um líder da Costa Rica que articuladamente explicou por que se opõe à formação de uma Biosfera internacional. Tal dinâmica seria difícil de obter sem a conferência baseada no telefone.

3.2.1.3 Conferências por computador

O curso de Geografia da Universidade de Boston que foi descrito no ponto anterior pelo seu uso de conferências por telefone, também recorre extensivamente a conferências por computador. A administração do curso, orientado por tarefas de avaliação e com um nível de interacção considerável entre o professor e os estudantes foi administrado através de uma longa conferência por computador, que se estendeu por todo o semestre. Os membros da classe trocaram informação de um modo organizado pelo sistema de computador do campus e computadores pessoais que são conectados como a rede de dados do campus por modem e linhas exteriores de telefone.

O curso foi estruturado de forma que os tópicos principais do programa fossem introduzidos por aulas presenciais, discussões de turma e apresentações à distância baseadas no sistema de alta voz telefónico. Tópicos como desflorestação, gestão da zona litoral e agricultura sustentável eram organizados com subconferências. Os estudantes mantêm as subconferências individuais a funcionar, pela adição de comentários,

levantando questões e estimulando o debate entre alunos; em complemento escrevem ensaios curtos baseados nas leituras aconselhadas e no trabalho de terceiros. À medida que os estudantes se tornam mais habilidosos na manipulação da tecnologia, reforçam algumas das discussões, pela inclusão e publicação de material de outras conferências e recursos existentes na Internet. Por vezes, grandes quantidades de material técnico actualizado podem ser encontradas, o que permite animar a discussão e mantê-la com um nível de profundidade bem maior que o inicialmente proposto.

No início do semestre, os estudantes tendem a participar de um modo mais passivo nestas conferências. Estes relacionam-se com as conferências como se estas fossem livros - lendo mensagens, tomando notas, e às vezes importando (*downloading*) informação para uso geral dentro dessa única conferência. Porém, de forma gradual, os alunos aprendem que podem responder e encetar conversa, começando a se envolverem com maior intensidade na comunicação nos dois sentidos.

Para os estudantes mais maduros - em particular, os estudantes graduados em estudos ambientais - a estrutura de curso enfraquece na sua concepção, quando estes se começam a relacionar mais directamente com as comunidades de interesse comum que auto-descobriram. Tipicamente, as suas energias são capturadas para a participação em conferências e a exigência de produzirem artigos originais para publicação.

Um ambiente de realidade virtual foi criado por uma estudante graduado que se aplicou a fundo em ecologia tropical e no computador para construir a envolvente e a população biológica inicial para um floresta de chuvas virtual. Esta é uma simulação baseada em texto de um ambiente de floresta tropical, algo como os jogos de aventura populares em computadores pessoais. Neste caso, um "jogador" recebe mensagens do género, "*Ouve-se um guincho tremulado e observa-se pelo pátio verde onde se vê um grupo de macacos uivadores...*".

Embora kinetésicamente (ambiente espaço e tempo) menos dramático para os estudantes que a competição em jogos de computador, este tipo de jogos são intrigantes por várias razões. Estes podem ser acedidos livremente pela Internet de virtualmente qualquer computador do campus, através da rede. De igual forma, podem acomodar centenas de utilizadores em tempo real que se relacionam de modo interactivo, dentro do ambiente criado.

O conteúdo educacional pode ser desenvolvido de diversos modos, altamente sofisticados, através do contributo das várias gerações de jogadores. Por exemplo, a planta e população animal da floresta das chuvas virtual pode ser biologicamente expandida; a floresta poderia ser povoada por agricultores com o consequente impacto negativo na floresta, com operadores de ecoturismo e assim por diante.

As aplicações de tecnologia descritas aqui variam desde as simples chamadas telefónicas de longa distância, com alta voz, até à criação de florestas tropicais imaginárias numa conferência por computador. Estas ferramentas tecnológicas relativamente simples, podem ser aplicadas a muitos tipos diferentes de sala de aula e tipos de disciplinas, não apenas estudos de geografia ou de ambiente. Várias tendências de maior âmbito, num campus, encorajam a inovação contínua nesta direcção.

3.2.2 Autoria e publicação

O trabalho com documentos, sejam estes os tradicionais documentos em papel ou os documentos hipermedia, são frequentemente realizados em grupo. Os sistemas de groupware para suporte do trabalho de autoria e publicação são numerosos.

Os sistemas de autoria ou publicação permitem aos utilizadores trabalhar assíncronamente ou ao mesmo tempo, de forma síncrona. Estes sistemas oferecem mecanismos para separar comentários do texto, definições de regras e, claro, notificando todos os elementos do grupo das acções dos restantes.

3.2.2.1 Autoria em colaboração

Num complexo projecto de escrita em colaboração, mediada por computador, os grupos tiveram que trabalhar mais arduamente e comunicar por períodos de tempo maiores, em comparação com grupos que se encontravam face a face.

Por outro lado, os intervenientes nos grupos mediados por computador referiram que esta forma de comunicação era satisfatória para manipular documentos independentes e completos. Desta forma, esta tecnologia revela-se mais adequada para situações em que o trabalho não pode ser efectuado face a face por razões geográficas ou outras.

Um sistema de edição partilhada, designado por *ShrEdit*, foi desenvolvido na Universidade de Michigan e foi testado com resultados interessantes. O sistema *ShrEdit*

suporta um conjunto de coautores que leem e escrevem o mesmo documento. Os autores podem trabalhar de forma independente no mesmo documento, desde que se trate de diferentes secções. Se dois ou mais autores tentam escrever na mesma secção ao mesmo tempo, a um deles é atribuída permissão e aos restantes apenas é fornecida informação de quem foi o autor a que foi dada permissão de trabalho.

A permissão é dada de forma implícita, quando o autor começa a editar uma secção. Qualquer autor pode ler o texto que se encontra a ser modificado. Se alguém se encontra a escrever uma dada secção, a vista do leitor é actualizada periodicamente à medida que a secção é modificada. Embora o sistema não suporte explicitamente conferência a tempo real, uma forma degradada de interacção a tempo real (com maiores tempos de espera na propagação das mudanças) é conseguida através de múltiplas vistas de utilizador da mesma secção que são sucessivamente actualizadas.

Em experiências com o uso do sistema *ShrEdit*, foi proposto a equipas de projecto de poucas pessoas que trabalhassem em conjunto durante várias horas para preparar um projecto inicial para a automatização de um sistema. Um conjunto de equipas trabalharam com recurso ao sistema *ShrEdit*, enquanto outro conjunto de equipas utilizou os meios tradicionais.

O que tinha sido previsto (hipótese) era que as equipas que usam o sistema *ShrEdit* explorariam mais idéias. Surpreendentemente, o resultado obtido foi o oposto. As equipas que usam o sistema *ShrEdit* fizeram uma exploração menos extensa do espaço de projecto que as outras equipas mas produziram um resultado de qualidade mais elevada que deu ênfase de forma mais clara ao núcleo do problema proposto. Embora a ferramenta baseada em computador não tenha fornecido nenhum apoio explícito ao projecto em colaboração, as equipas que usaram a ferramenta tinham maior capacidade de: (1) falar simultaneamente e escrever e (2) organizar os seus pensamentos e preparar o respectivo projecto.

3.2.2.2 Informação baseada em assuntos

Um sistema de informação baseado em assuntos (*Issue-Based Information System - IBIS*) suporta a coerência e discurso do projecto e do planeamento. O sistema *IBIS* usa tipicamente três tipos de nodos (assuntos, posições e argumentos). Um assunto

representa um problema, preocupação ou questão que necessita de discussão. Cada assunto é uma raiz para uma subárvore que pode ter uma ou mais posições ligadas a si.

Uma posição é uma declaração ou afirmação que tenta solucionar um assunto. Pode ter um ou mais argumentos, mas não mais de que um assunto ligado. Um argumento responde a uma posição através de uma ligação de suporte ou de refutação (Figura 3.1).

Um protótipo de um sistema gráfico *IBIS* proporciona várias vistas da sua informação (Figura 3.2). Este protótipo gráfico *IBIS* foi utilizado nos laboratórios de pesquisa da MCC onde foram realizadas diversas observações sobre o seu uso.

O método *IBIS* sem suporte de computador é incomodo, e não teria alcançado a popularidade que tem na MCC sem a ferramenta de apoio em computador. Além disso, o sistema *IBIS* era apenas um dos muitos sistemas colaborativos de hipertexto disponível na MCC, mas o sistema *IBIS* provou ser o mais popular. Este resultado foi alcançado em virtude da boa compatibilidade entre o método *IBIS* e a ferramenta de computador para o método.

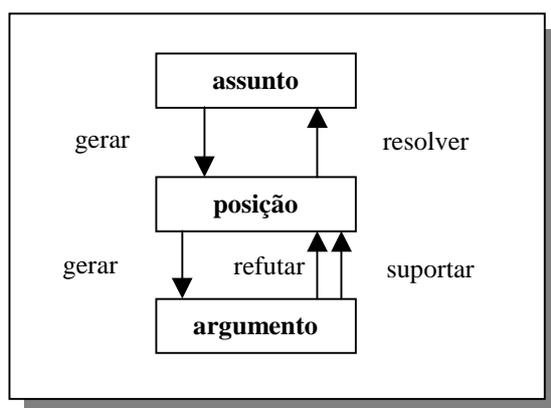


Figura 3.1: Tipos de nodos e ligações numa discussão. O nodo é representado por um rectângulo e uma ligação por uma seta.

Por outro lado, também havia problemas com o uso da ferramenta de *IBIS*. Por exemplo, numa situação em que vários utilizadores trabalharam de forma cooperativa num grupo de assunto partilhado, surgiram problemas relacionados com o contexto de entendimento.

Os utilizadores acharam que apesar de sentirem uma sensação de compreensão dos nodos individuais, tinham algumas dificuldades em seguir a linha de pensamento do autor quando esta se expandia por vários dezenas de nodos. A ferramenta *IBIS* pode ter

obrigado o autor a expressar as suas ideias com um pormenor tal, que acabou por dificultar a percepção da ideia de maior nível que se pretende desenvolver.

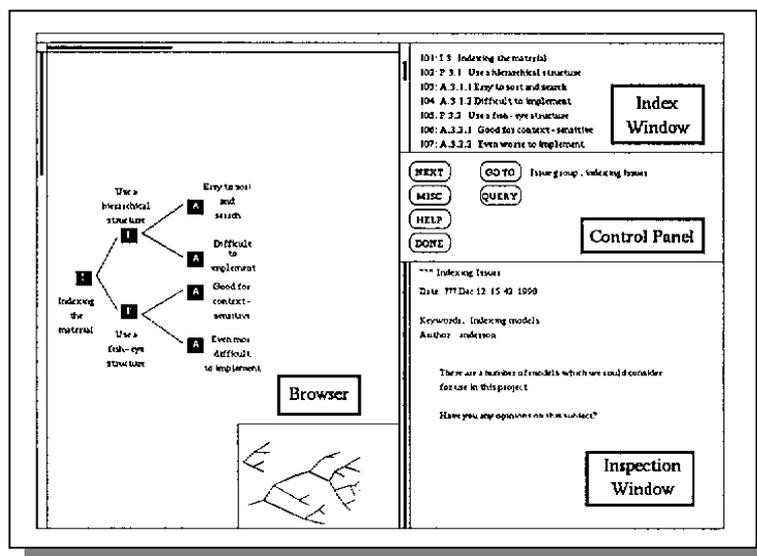


Figura 3.2: O interface IBIS. A figura mostra quatro janelas que proporcionam diferentes vistas sobre os nodos e ligações do IBIS. 1. Um navegador gráfico que oferece uma apresentação visual da estrutura do grafo IBIS. 2. Uma janela de nodo de índice que oferece uma vista ordenada e hierarquica dos nodos. 3. Um painel de controlo que é composto por um conjunto de botões que estendem a funcionalidade da ferramenta além da simples criação de nodo e de ligação e, 4. uma janela de verificação em que são visualizados os atributos e conteúdo dos nodos.

3.2.2.3 Gestão de publicações

Muitas editoras e empresas da área das publicações encontram-se extensivamente automatizadas. Os documentos são criados, armazenados, impressos e comunicados de forma eletrónica. Um sistema de publicações experimental da Xerox, designado por *Shared Books*, suporta explicitamente a colaboração e está modelizado em função dos dossiers de processo de publicação.

Estas pastas (*folders*) contêm os itens necessários para produzir uma publicação, como o texto original, as escalas de tempo de produção que são transmitidas de um trabalhador para outro, de forma a que cada tarefa específica seja convenientemente realizada. Um icone no ecran do *Shared Books* representa uma pasta. Quando se abre o icone, o utilizador vê uma janela que visualiza o estado de todos os itens dessa pasta. As operações: abrir, cópia e paginar podem ser aplicadas aos itens da pasta.

Um teste ao *Shared Books* foi realizado com um grupo de escritores técnicos que escreveram e actualizaram um documento de grande dimensão. O documento era composto por 1800 páginas em seis volumes. Os utilizadores acharam úteis as pastas,

mas usaram estas de um modo diferente do esperado. Em vez de dividirem o documento em seis pastas diferentes baseadas nos diferentes seis volumes, os escritores dividiram o documento em quatro pastas, intituladas: capítulos, guias de referência rápida, submissões para glossário e produtos acabados. Esta mudança refletiu o modo como os escritores trabalham normalmente com uma colecção de documentos. O sistema *Shared Books* apresentou uma característica importante: ser adaptável ao estilo dos seus utilizadores.

3.2.3 Inspeção de software

A engenharia de software é tipicamente realizada por grupos de profissionais. Além disso, os engenheiros de software têm certamente acesso a computadores. Assim, uma empresa de desenvolvimento de software é um ambiente natural para o uso de sofisticadas ferramentas de groupware.

O sistema de Ambiente de Inspeção de Código Inteligente na linguagem C (*ICICLE*) foi desenvolvido como uma ferramenta experimental por uma empresa de desenvolvimento de software com o objectivo de melhorar o processo de inspeção formal do código. Muitas das tarefas executados durante inspecção do código são executados durante uma sessão de grupo.

3.2.3.1 Inspeção de código no ciclo de vida do software

No ciclo de vida de software, a inspeção de código constitui uma fase intermédia entre a implementação e o teste. A inspeção de código é a revisão e análise de módulos de código fonte por especialistas conhecedores do domínio de aplicação e do ambiente de programação.

Foi demonstrado que as inspeções formais de código economizam tempo e dinheiro na descoberta de certos tipos de erros de codificação antes da fase de teste. A inspeção de código envolve um conjunto complexo de tarefas muitas das quais são executadas em sessões de grupo designadas por reuniões de inspeção de código. São estas reuniões que o sistema *ICICLE* foi projectado para facilitar.

As reuniões de inspeção de código envolvem procedimentos altamente estruturados, especialmente fáceis de suportar em computador. É pretendido que o *ICICLE* reduza os

custos de transacção associados com a inspeção de código, unificando a interface entre subtarefas e facilitando a geração de dados estatísticos relativos aos defeitos descobertos no código, e melhore a comunicação estruturada dentro e entre as subtarefas.

A inspeção de código inclui várias fases distintas. Destas, as fases que consomem mais tempo e de maior dificuldade são a preparação de comentários e a inspeção de código:

- na *preparação de comentários*, o módulo a ser inspecionado é analisado por inspectores de código que procuram erros de codificação, problemas de portabilidade, e infrações aos padrões de codificação.
- numa *reunião de inspecção de código*, preparada pelos inspectores de código, os comentários são discutido com os autores do código. Nestas, é determinado se o código precisa de revisão. São registradas várias métricas e estatísticas.

O procedimento normalizado de inspeção de código requer vários participantes:

- o *moderador*: garante que a reunião segue de acordo com a ordem de trabalhos planeada, de forma produtiva. O moderador também regista as estatísticas relativas aos defeitos de codificação descobertos durante a inspeção ao código;
- o *leitor*: lê em voz alta o texto dos módulos que são inspecionados, e orienta a atenção dos outros inspectores para áreas de interesse no código de fonte;
- o *escriba*: regista os comentários produzidos pelo grupo. Não é apenas registado o texto dos comentários, mas também a sua classificação segundo diversas dimensões (critérios);
- o *autor do código* a ser inspecionado está presente na reunião para responder às perguntas dos inspectores sobre o módulo;
- *inspectores adicionais*: se não possuírem tarefas específicas a realizar, tem a responsabilidade de seguir o leitor, propor e discutir comentários.

O *ICICLE* estende electrónicamente os papéis descritos.

3.2.3.2 Reuniões de inspeção de código

O interface do *ICICLE* é multi janela. Uma janela de central de visualização da interface do *ICICLE* exhibe o código de fonte actual, além dos respectivos números de linha, das anotações, e da realimentação da actividade do utilizador. A maioria de acções do utilizador é realizada nesta janela. A presença de comentários ou anotações associada com o código de fonte é indicada à esquerda, pela presença de símbolos das linhas de código.

As janelas de comentário são invocadas clicando no comentário ou nos símbolos de anotação. A janela contém uma descrição do comentário e um conjunto de controles para manipulação do estado do comentário. Os utilizadores também podem ter acesso aos seus próprios comentários a partir desta janela.

O processo de preparação de comentários é realizado do seguinte modo: de um determinado ponto de entrada, o utilizador atravessa o código de fonte do módulo numa tentativa para entender o código. Quando o utilizador detecta um erro, uma violação de uma norma, ou um qualquer outro ponto de interesse, o utilizador anota o código através da janela de comentário. O utilizador pode encontrar um comentário feito pelo próprio *ICICLE*, que o utilizador pode mudar fazendo a sua edição ou mudando o seu estado. Todos os comentários feitos pelo utilizador durante esta fase de operação são privados e pertença do utilizador.

Uma reunião de inspecção de código *ICICLE* requer que esta seja realizada numa sala onde se encontrem todos os inspectores de forma a facilitar a seu trabalho conjunto. O groupware *ICICLE* utiliza várias formas de comunicação estruturada entre os diversos inspectores presentes na reunião de inspecção de código. Cada modo de comunicação auxilia tarefas de secretariado particulares, realizadas pelos inspectores.

A comunicação é efectuada em primeiro lugar, pela janela de código. O leitor guia os inspectores pelo módulo a ser analisado para facilitar o processo. O *ICICLE* tranca todas as janelas de código de forma síncrona com a janela de código do leitor, de forma que os inspectores se encontram sempre a visualizar o mesmo pedaço de código como o leitor. Porém, os inspectores têm a opção para ver secções de código diferente de que está a ser narrado pelo leitor, dividindo em duas as suas janela de código.

Uma segunda instância das principais preocupações de comunicação são a propagação de anotações do ecran de um utilizador pelos ecran de outros inspectores e a habilidade do escriba para registrar estas anotações. Quando um inspector quer fazer um comentário numa secção de código, realiza-o pela janela de comentário, e uma janela pequena com o texto do comentário aparece sobre o ecran de todos os inspectores que visualiza a fonte e o texto do comentário.

O estado de um comentário proposto é registrado pelo escriba. O escriba controla uma janela de proposta que permite rejeitar ou aceitar um comentário. A rejeição ou

aceitação de um comentário pelo escriba limpa a janela de proposta dos ecrans de todos os inspectores e o controlo está mais uma vez livre para o leitor o tomar, ou para outro inspector propor um comentário. São armazenados os comentários aceites num ficheiro que constitui um registo da reunião. Todos os inspectores possuem acesso de leitura e escrita aos comentários propostos, podendo armazenar estes nos seus ficheiros pessoais. Mas só o escriba pode modificar um comentário proposto no ficheiro de comentários, uma vez que este constitui o resultado de produção da reunião de inspecção de código. O *ICICLE* é semelhante a vários outros sistemas de apoio a tempo real e requer um canal de coordenação de voz, fora da funcionalidade apoiada pela interface.

Os utilizadores continuaram a pedir cópias de papel do código. A presença de uma cópia de papel permite a um inspector uma visão geral do código a inspecionar. Uma segunda razão para a existência de cópias em papel dos módulos de código é o facto de alguns inspectores de código gostarem de levar para casa cópias de forma a trabalhar sem interrupção.

O *ICICLE* elevou o papel do escriba de mero secretário para o de um agente decisor unilateral. Numa reunião de inspecção manual de código, a decisão de aceitar ou rejeitar um dado comentário é tomada em conjunto, normalmente através do moderador que tem a última palavra. De igual modo, o moderador normalmente decide acerca das métricas como o tipo de erro e a classe de erro.

O papel do escriba é necessário por causa do trabalho envolvido na transcrição manual de comentários e estatísticas, estritamente de secretariado, sem qualquer capacidade de tomada de decisão, que seja superior à dos outros inspectores, ou do moderador. Mas quando se usa o *ICICLE* não existe nenhum trabalho para o escriba para além de uma média de três cliques num botão por comentário proposto.

As acções do escriba sinalizam a aceitação ou rejeição e a métrica de erro. Esta funcionalidade tende a devolver a tarefa de tomada de decisão para o escriba, pois parece artificial para o moderador ter que dizer ao escriba que tenha que aceitar ou rejeitar um comentário, e qual a métricas a escolher, considerando que estes comandos verbais provavelmente levam bastante mais tempo que as acções de utilização do rato, resultantes da resposta do escriba.

3.2.4 O sistema *MUCH*

O sistema *MUCH* tem características de um sistema de hipertexto, como foi anteriormente descrito. As características colaborativas são igualmente importantes e variadas. O sistema *MUCH* não só foi usado para criar material pedagógico, mas também para ensino. O sistema *MUCH* apoia o funcionamento interactivo e práticas de aprendizagem em que é colocada ênfase no trabalho de grupo em lugar do trabalho individual.

3.2.4.1 Informação de grupo

A base de dados do sistema *MUCH* na qual estão também alojados os nodos e ligações, possui informação sobre os tipos de utilizador e de acções. Os utilizadores encontram-se divididos em dois tipos: "*gestores*" e "*outros*". Qualquer utilizador pode actualizar informação. Só os gestores podem apagar informação arbitrariamente. O sistema *MUCH* regista em detalhe quem criou um nodo particular, quem actualizou um dado nodo e quantas vezes um outro nodo foi seleccionado para visualização (Figura 3.1).

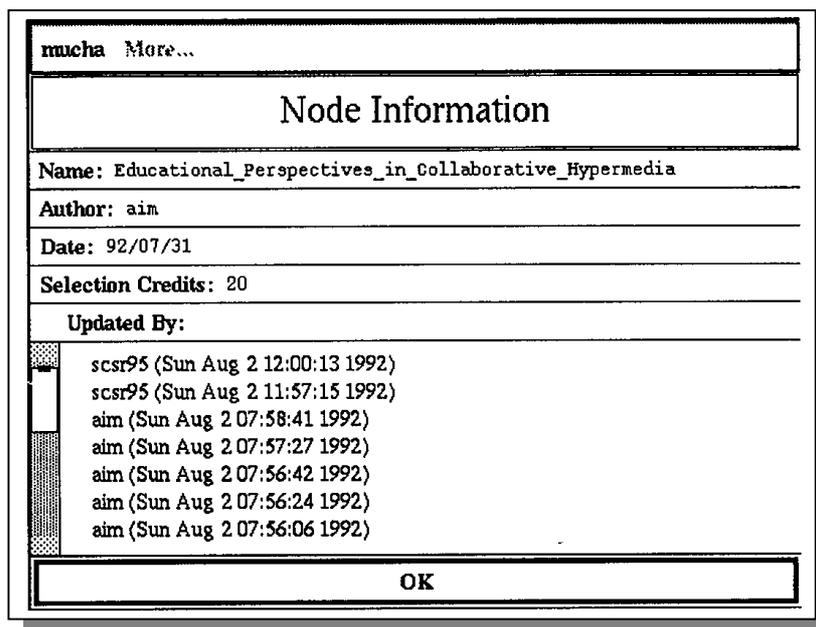


Figura 3.1: Janela de informação do nodo. O autor do nodo, a data da sua criação e outra informação está disponível nesta janela.

A menor actualização no trabalho de outro merecerá uma menção na janela de informação de um nodo. Toda a informação colocada na base de dados do sistema *MUCH* é marcada com o nome da pessoa que criou o nodo que contém a informação, o tempo e a respectiva data de criação. Uma vista rápida desta informação está disponível,

utilizando a facilidade de geração de resumo para visualizar o nome do autor e a data de criação para um nodo, junto do nome de nodo (Figura 3.2).

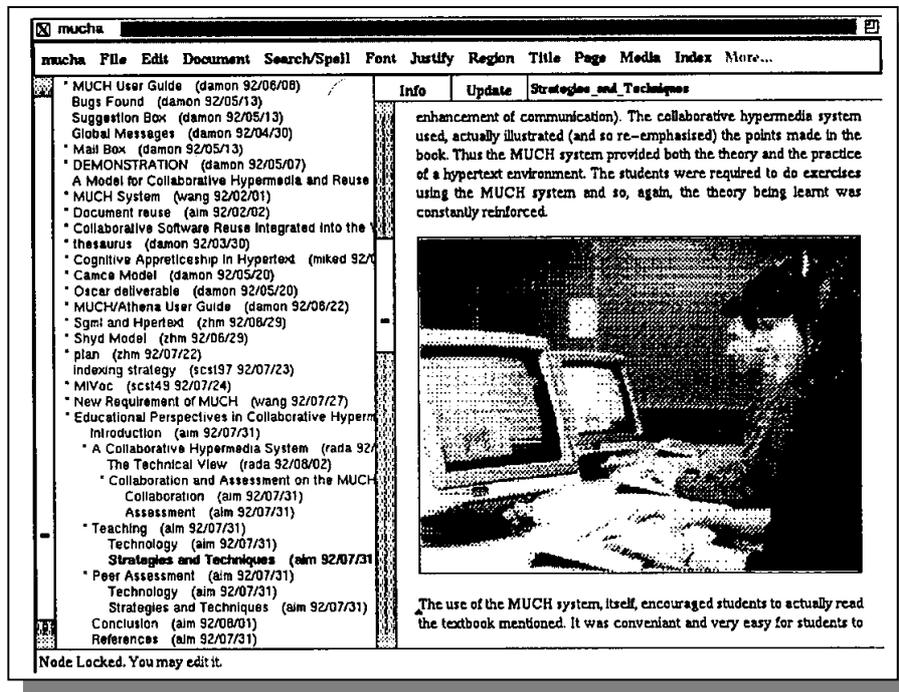


Figura 3.2: Nome e data. O autor e data de criação dos nodos é listada junto ao nome do nodo na janela da esquerda.

3.2.4.2 A avaliação pontual

Cada vez que um nodo particular é seleccionado, o texto associado é visualizado, nessa informação é colocado autor do nodo e os autores seguintes que actualizaram esse nodo. A tabela de créditos fornece detalhes de todos os autores e quantas vezes um dado nodo particular de cada autor foi seleccionado (Figura 3.1).

Assim, se a avaliação de uma peça de trabalho é puramente baseada na frequência com que alguém vê o trabalho, o sistema *MUCH* constitui um ambiente que suporta esse tipo de avaliação. A selecção de créditos sozinha não constitui, no entanto, um sistema de avaliação justo.

De facto, uma peça de trabalho de fraca qualidade, com um título de nodo atractivo pode ser seleccionada de forma frequente, mas raramente lida ou apreciada. Também, o sistema de crédito de selecção está muito aberto a abusos porque as pessoas podem seleccionar continuamente um dado trabalho por forma a obter um total de créditos de selecção elevado.

Table of Authors and Select Credits		
damon	(Damon Chaplin)	959
david	(David Reid)	36
hypbook	(Roy Rada et al)	126
iwc	(Dan Diaper (journal))	6
kathryn	(Miss. K.J. Coles)	1
mdb	(Martin Beer)	3
mhashi		33
miked	(Mr. M.W. Dobson)	69
norge45	(Mr. J. Russell)	98
oscar8		9
perena	(Miss. P.I. Gouma)	183
rada	(Prof. Roy Rada)	1266
scsr95	(Mr. P.H. Ramsey)	62
scst18	(Miss. S.A. Acquah)	7
scst49	(Mr. M.R. Anderson)	121
scst52	(Mr. A.M. Blanchard)	27

Figura 3.1: Tabela de créditos de selecção. Os autores estão na esquerda e os créditos de selecção na direita.

Em resposta ao descontentamento dos estudantes outra característica do sistema *MUCH* foi especificamente desenvolvida para a valiação por parte do estudante. Através de uma nova janela de avaliação, os estudantes podem avaliar o trabalho dos seus colegas.

Os estudantes podem assim avaliar os trabalhos dos seus colegas numa escala de 1 a 10, em cada um de cinco diferentes critérios, respectivamente, conteúdo, clareza, criatividade, correcção de escrita e qualidade da escrita (Figura 3.2).

O sistema permitiu para cada estudante avaliar o trabalho de outro estudante apenas uma só vez e mantém também uma pontuação média de cada trabalho. Utilizando este método, foi exigido a cada estudante avaliar o trabalho de cada do outro estudante na classe. A avaliação subsequente da opinião dos alunos sobre este sistema mostrou que estes classificaram como útil o método de avaliação mútua descrito.

mucha More...										
Assessment										
Assessing Document: much										
Criteria										
Click on the appropriate mark										
Content :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Clarity :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Creativity:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Grammar :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Spelling :	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OK					CANCEL					

Figura 3.2: Janela de avaliação. A janela de avaliação é utilizada para auxiliar os alunos a classificarem o trabalho dos seus pares. Após afectarem a classificação para cada um dos critérios, o estudante pode clicar no botão *OK*. A janela de avaliação desaparece e a avaliação será escrita na base de dados.

3.2.4.3 A escrita de textos de suporte para estudantes

Cerca de dez autores utilizaram o sistema *MUCH* para escrever vários livros em formato hipertexto. A equipa de autores utilizou reuniões formais para definir objectivos e dividir o trabalho. Adicionalmente a estas reuniões formais de periodicidade semanal, os colaboradores tiveram inúmeras discussões informais entre si, sobre o livro. Para facilitar o processo colaborativo, os registos escritos das reuniões foram introduzidos no sistema *MUCH*. Desta forma, todos são capazes de fazer referência a esta informação.

A avaliação ocorreu tanto ao nível do indivíduo como ao nível da equipa. Ao nível individual, cada pessoa leu o documento e fez os respectivos comentários no sistema. Esta atitude foi encorajada pela disponibilidade de ligações de comentário que permitem acrescentar comentários de modo rápido e directo a qualquer nodo no sistema. Ao nível da equipa, os parceiros reviram o seu trabalho no início de cada reunião formal.

Tomando a colaboração como um todo, é interessante observar até que ponto o processo de colaboração é suportado pelo sistema e conseqüentemente tenta estabelecer um nível

mínimo de apoio para colaboração que o sistema tem que prover para que seja visto como útil pelos seus utilizadores.

O sistema foi utilizado para ajudar principalmente na escrita colaborativa do livro por contribuições que são imediatamente visíveis a todos os colaboradores. O sistema não foi usado, numa extensão apreciável, como um meio de interacção entre colaboradores, embora possuisse esse potencial. Este aspecto pode-se dever ao facto de o sistema ser incómodo ou porque os colaboradores na verdade preferiram os mecanismos do círculo de reunião semanal formal a uma mesa, e as conversas informais. Além do face a face, o correio electrónico era frequentemente usado como meio de comunicação.

3.2.5 Tecnologia de interacção a tempo real

Com sistemas de groupware, em tempo real, os utilizadores interagem através do espaço de informação partilhado em tempo real, utilizando vários tipos de informação como texto, audio e vídeo. Para conceber sistemas de groupware em tempo real, é necessário software multiutilizador que corra em estações de trabalho ligadas em rede e e espaços de trabalho audio e vídeo.

A seguir são descritos espaços de trabalho partilhados que utilizam as ligações de vídeo entre os participantes. Igualmente, são descritos sistemas de conferências que suportam múltiplas pessoas em discussão e, por último, são apresentados sistemas que adicionam capacidade de suporte de decisão a sistemas de conferência.

3.2.5.1 Sistemas de espaço de trabalho partilhado

O sistema experimental *VideoWindow* desenvolvido pela Bellcore, integra vídeo e audio numa única sala. Um grupo de investigação, que foi dividido por dois edifícios, teve o *VideoWindow* instalado nos respectivas salas de correio de cada edifício. Tradicionalmente as pessoas iam frequentemente à sala de correio para verificar o seu correio e também para reunir informalmente com os colegas.

No sistema *VideoWindow*, uma camara de vídeo, especialmente fabricada para o efeito, produz uma imagem aproximadamente do tamanho natural que é exibida num ecran. Os microfones são organizados de modo a que a localização de espaço das fontes de som e

de outros sons é mantida. Os canais audio são duplex, de forma que as pessoas, em ambos os extremos de ligação possam falar simultaneamente.

Os projectistas do sistema *VideoWindow* esperavam que a configuração do sistema pudesse proporcionar uma sensação de espaço partilhado e presença a muito baixo custo nas alterações de comportamento do utilizador. O sistema foi testado e os resultados podem ser resumidos da seguinte forma:

- embora as pessoas utilizassem o sistema *VideoWindow*, com comunicação que de outra forma não seria realizada, estes preferiam a comunicação face a face;
- em alguns casos, o sistema era transparente para os utilizadores. Porém, as pessoas tendem a falar mais alto no *VideoWindow* em comparação com a situação face a face. Muitas das comunicações efectuadas com o sistema eram acerca do próprio sistema. A percentagem de conversão de oportunidades para discussão para discussão efectiva foi substancialmente inferior quando se utilizou o *VideoWindow*;
- a existência de câmeras e monitores de vídeo no espaço de trabalho pode ter inibido a iniciação e manutenção de comunicações informais. Por exemplo, num caso em que duas pessoas estariam nos dois locais perto dos ecrans, levaria ao aumento da oportunidade de interacção (verdadeiro para uma situação física). No *VideoWindow*, por vezes, as cabeças estavam cortadas (por causa da localização das câmeras de vídeo) com as pessoas não conscientes desse facto. Em tal um caso são inibidas potenciais interacções por causa da violação da suposição do face a face que, caso alguém vê outra pessoa, essa pessoa também é vista, raciocínio idêntico pode ser feito para o audio;
- as pessoas no *VideoWindow* não puderam estabelecer as conversações privadas que precisaram.

Muitos desafios permanecem na criação de espaços de trabalho partilhados virtuais que possam ser usados de um modo confortável pelas pessoas.

3.2.5.2 Conferência por computador

Numa conferência baseada em texto, um grupo dedica-se a um tópico particular e partilha uma sequência de mensagens. Os utilizadores podem inscrever um ou mais grupos e podem enviar mensagens ou responder a mensagens. Os sistemas de conferência em tempo real permitem que um grupo de utilizadores num mesmo local ou distribuídos possa interagir de forma síncrona através dos seus terminais.

Nas conferências suportadas por computador em tempo real, podem existir vários participantes que simultaneamente transmitem segmentos contínuos de vídeo e áudio. Estes segmentos tem de ser misturados de forma a que uma imagem composta e uma sequência áudio seja obtida.

O requisito de mistura aplica-se particularmente a aplicações temporais críticas como a orquestração suportada por computador, a tempo real. Os músicos e a audiência precisam de receber uma composição coerente em cada estação de trabalho multimedia. Além disso, cada músico tem que receber o conjunto audível menos a sua própria contribuição, pois a inclusão da própria produção do músico misturada na composição causaria problemas de realimentação. As imagens de vídeo podem ser justapostas em lugar de misturadas durante a exibição.

Um sistema experimental de conferência chamado *MERMAID* proporciona um ambiente que permite a trabalhadores dispersos geograficamente participar em conferências em tempo real trocando informação com recurso a vídeo, a voz e a documentos multimédia. O sistema suporta a entrada de dados através de teclado, digitalizadores de imagem, câmaras de vídeo e microfones. A arquitectura *MERMAID* suporta a colaboração síncrona e assíncrona.

A arquitectura do *MERMAID* possui cinco funcionalidades de servidor. O servidor de gestão de conferências *MERMAID* gere os protocolos utilizados para suporte das conferências. O servidor de informação de conferência age como um bibliotecário registrando os procedimentos de conferência e tornando-os disponíveis para posterior consulta. O servidor de documentos armazena os documentos actuais produzidos nas conferências; referenciados pelo servidor de informação de conferência.

O servidor de comunicação local garante a um grupo de servidores e clientes, colectivamente chamado por domínio, o envio e recepção de informação do servidor de comunicação de multi-domínio.

O servidor de comunicação multi-domínio apoia a comunicação eficiente e precisa entre clientes, controlando o encaminhamento de transmissão e fluxo de informação entre domínios. O cliente proporciona aos membros do grupo o interface para uma interacção adequada com os servidores e outros clientes.

O interface para o *MERMAID* é composto por cinco tipos de janelas.

- uma janela de conferência visualiza os menus para preparação de documentos multimédia antes e após as conferências, convocando os participantes antes de uma conferência, pedindo a um elemento que se associa à conferência, redigindo minutas e tomando opções;
- uma janela de partilha (ou quadro branco electrónico) apresenta os documentos a partilhar. Todas as modificações realizadas por quem possui o controlo da conferência são transmitidas a todos os participantes, ao mesmo tempo. Os documentos podem incluir texto, gráficos, imagens e esquemas manuscritos;
- uma janela pessoal (ou bloco de apontamentos electrónico), que apresenta os documentos pessoais;
- uma janela de vídeo que pode exibir quatro vistas simultaneamente. O elemento que possui o controlo da conferência no momento, e mais os elementos que este seleccionou. A janela de vídeo também pode ser usada para ver objectos. Pode ser expandida para ocupar todo o ecran, se desejado;
- a janela de estado que apresenta a duração da conferência, a hora actual, o responsável pela conferência e quem no momento controla a conferência.

As experiências com o *MERMAID* conduziram a numerosas observações. A voz era o meio mais usado. Mas se mais de quatro pessoas se encontram em conferência e os participantes não estão familiarizados entre si, existem dificuldades em determinar quem esta a falar. A qualidade dos microfones é importante. O desenho à mão foi

efectivamente usado para explicações adicionais em documentos mostrados na janela de partilhada.

Sempre que indivíduos, de grau equivalente, se encontraram, o *modo de bastão* (o possuidor actual do controlo designa o próximo a controlar a conferência) e o *modo primeiro a pedir, primeiro a ser servido* (o controlo é passado na ordem da recepção dos pedidos de controlo da conferência) foram os mais populares.

Em reuniões entre os superiores e os subordinados, o *modo de designação* era frequentemente o mais usado (aqui o presidente escolhe quem será o próximo elemento a controlar a conferência).

Em sessões de *brainstorming*, o *modo livre* (todos os participantes podem manipular a janela partilhada simultaneamente) era o mais escolhido. Os utilizadores puderam adaptar a funcionalidade do *MERMAID* para responder às especificidades de cada grupo diferente.

3.2.5.3 Suporte à tomada de decisão

Os sistemas de grupo, de apoio à decisão, suportam um grupo das pessoas na tomada de decisões. Os sistemas CSCW constituem uma classe mais geral de sistemas que proporcionam apoio à comunicação e coordenação de grupos de trabalho. Estratégias de trabalho para o suporte à decisão e locais de trabalho colaborativos devem estar na base do desenvolvimento de produtos de groupware para suporte da tomada de decisão.

O *GroupSystems*, desenvolvido na Universidade de Arizona possui um elevado número de instalações de suporte à decisão de ambientes groupware para reuniões. O sistema foi instalado em mais de 22 universidades e 12 empresas e usado por mais de 30.000 pessoas.

A arquitectura do *GroupSystems* consiste em três componentes principais: um quadro de reunião electrónico, um facilitador de reunião, e um conjunto de ferramentas de software. Foram projectadas e utilizadas diversas variações do quadro de reunião. A configuração mínima inclui uma rede de estações de trabalho gráficas com suporte de cor. Uma ou duas estações de trabalho adicionais constituem a consola do facilitador da reunião. Um ecrã de grande dimensão, que exhibe vídeo, ligado às estações de trabalho,

é fornecido em conjunto com equipamento audiovisual adicional (por exemplo, vídeo projetores e câmaras vídeo pessoais, acopladas a cada monitor).

Embora o *GroupSystems* foi concebido para apoiar uma variedade de tarefas de diferentes grupos, um padrão de uso comum emergiu, resultado da sua utilização em universidades e empresas (Figura 3.1).

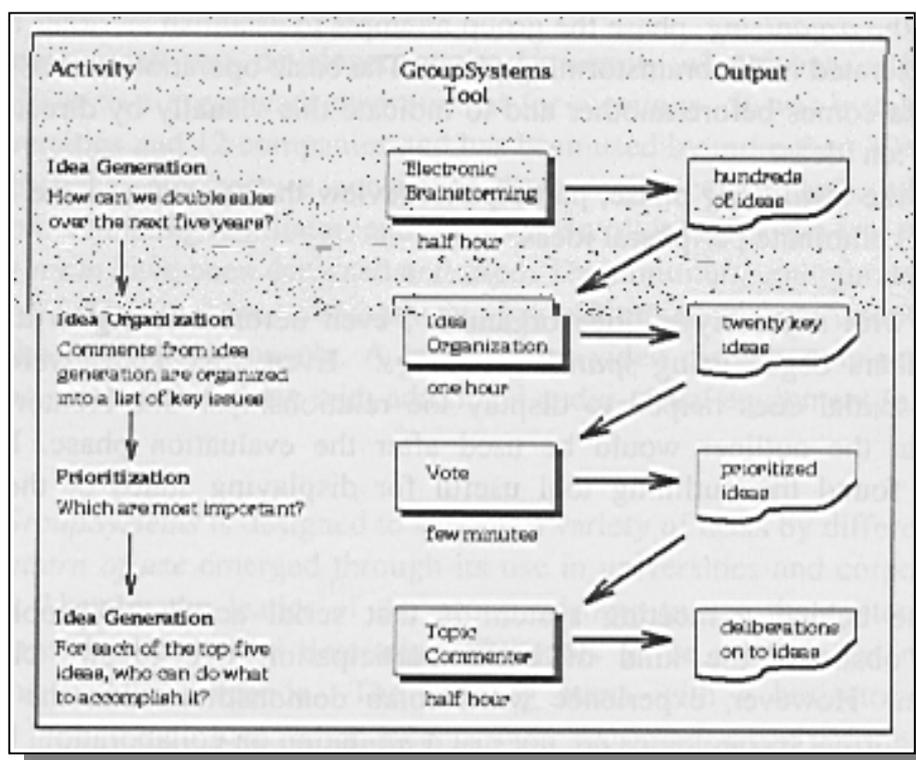


Figura 3.1: Padrão de utilização do GroupSystems. A actividade, a ferramenta e os resultados dos encontros electrónicos com este sistema, estão esquematizados neste esquema.

Normalmente o líder do grupo que deseja usar o sistema conhece o facilitador do *GroupSystems*, determina as ferramentas a serem usadas durante a reunião e desenvolve a agenda de trabalho da reunião.

A reunião começa com uma fase de *brainstorming*. Os participantes digitam as suas ideias ou comentários nas respectivas estações de trabalho e o sistema coleciona e exhibe os dados à frente dos participantes em grandes ecrãs, em simultâneo com a afixação da informação nos ecrãs das estações de trabalho individuais.

Esta fase, de geração de ideias, acontece em modo anónimo de forma a que as pessoas possam modificar, aumentar, comentar, e descartar livremente as ideias de um modo

imparcial, face à sua origem. No término desta fase as ideias são organizadas em conjuntos de ideias chave seguido por um processo de priorização que resulta numa pequena lista de ideias. Então os participantes fazem planos de como perceber as ideias. O processo é repetido até ser alcançado consenso. Normalmente, no final da reunião é produzido um volume grande de ideias e de planos de acção.

O sistema *Colab* é uma sala de reunião experimental projectada pela Xerox, no centro de pesquisa de Palo Alto, para ser utilizado por até cinco pessoas que querem mediar discussões através de uma rede de estações de trabalho. Além desta rede, a sala é equipada com um ecrã táctil de computador, de grande dimensão (Figura 3.2).

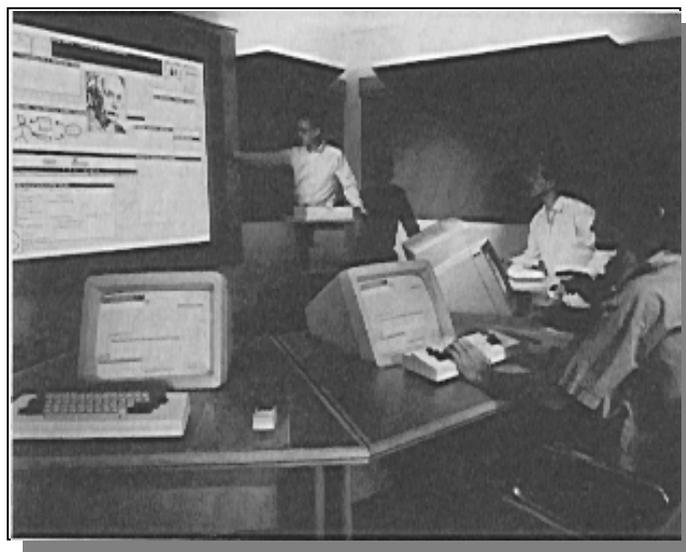


Figura 3.2: O sistema *Colab*. Na fotografia, são visíveis as estações de trabalho de cada utilizador e o quadro electrónico, ligado às estações de trabalho.

Um subsistema do *Colab* é o sistema de auxílio aos utilizadores para a organização de ideias e planeamento de uma apresentação. A produção deste modo de organização de uma ideia é o equivalente ao esboço anotado de ideias. Os geradores de esboços possuem uma estrutura semelhante, mas o *Colab* apoia o uso cooperativo. O organizador de ideias do *Colab* divide uma reunião em três fases: *brainstorming*, organização e avaliação. Os utilizadores podem alterar a ordem destas três fases, do modo que pretenderem.

1. na fase de *brainstorming* um participante selecciona um espaço livre numa janela pública e digita uma frase.

2. na fase de organização o grupo tenta estabelecer uma ordem para as ideias geradas na fase de *brainstorming*. A operação básica é estabelecer que uma dada ideia vem antes de outra e fazer a sua indicação visual, através de ligações dirigidas (com sentido) entre ideias.

3. na de avaliação, os participantes fazem a revisão da estrutura e das ideias ligadas (sequenciadas), eliminando as ideias periféricas.

Em sessões com um protótipo, de organização de ideias, até mesmo antes de se mudar para a fase de organização, os membros do grupo começaram a ser usados agrupamentos espaciais. Mesmo depois da união explícita de artigos, as sugestões de espaço ajudaram a mostrar as relações. Os criadores do *Colab* assumiram que o *outliner* seria usado depois da fase de avaliação. Na prática, os participantes acharam a ferramenta do espaço de ideias útil para exibir estados da estrutura emergente.

Uma premissa base de um sistema de reunião é que o acesso consecutivo à resolução de problemas mediados por tecnologia se torna um obstáculo ao tipo de participação democrática que idealmente caracteriza a colaboração. Porém, as experiências com o *Colab* demonstram que os constrangimentos impostos pelas tecnologias actuais não são apenas uma limitação para a colaboração, mas de algum modo também um recurso positivo. Quando uma tecnologia permite que uma só pessoa possa introduzir informação de cada vez, é obrigatória alguma forma de partilha de controlo. Os utilizadores tendem a concordar socialmente com esta necessidade, com particular atenção às necessidades de actividade para cada passo.

3.2.6 Conclusão

Esta sessão descreve diversos sistemas de groupware e as experiências que diferentes grupos tiveram com esta tecnologia. O papel do groupware no apoio à actividade de grupo é complexa. O tempo e os factores espaciais interagem com o ser humano e a tecnologia para determinar quais os sistemas tecnológicos que são bons para que as pessoas executam tarefas específicas.

Os sistemas de hipertexto na sala de aula que permitem aos estudantes maiores níveis de colaboração e troca de informação são do tipo groupware. Algumas das experiências com ferramentas deste tipo em sala de aula sugerem que os estudantes aprendam a criar

e partilhar informação de um modo eficaz. Os estudantes adicionam nova informação de interesse de diversas fontes e realizam comentários sobre as contribuições de outros alunos.

Foram experimentados os usos de telefone e de conferências de computador em sala de aula para ajudar os estudantes na aprendizagem de um dado tópico, interagindo uns com os outros e com outras pessoas fora da sala de aula e de todo o mundo, cujas competências são importantes no contexto dos conteúdos em discussão. A comunicação mediada por computador homem-homem estimulou o ambiente em sala de aula e motivou os estudantes para a exploração de tópicos que, de outra forma, poderiam ter sido ignorados.

O software cria perfis a cumprir com papéis bem definidos. Um dado grupo executa inspeções de código. O papel do escriba numa inspeção de código é o registo das minutas da reunião, enquanto o presidente conduz as reuniões para a sua conclusão. O groupware foi desenvolvido de modo a apoiar as reuniões de inspeção de código e conduziu a mudanças nos papéis dos intervenientes.

Com o groupware, os indivíduos presentes na reunião dão entrada aos seus próprios comentários directamente no computador que compõem a minuta da reunião. O escriba tem o papel de modificar as entradas dos participantes para então fazer um registo colectivo das conclusões do grupo.

Deste modo, o escriba assumiu um conjunto de funções específico, que é o caso contrário do presidente. O comportamento descrito do groupware no grupo não é incomum e destaca a importância de prestar uma

gestão

Os exemplos descritos do uso de groupware, descreveram o uso da comunicação oral na língua natural ou a forma escrita e com ligações entre blocos na língua natural. Porém, as novas tecnologias também suportam a comunicação visual de um modo rico. Não só se consegue representar os documentos no *desktop* de um computador como também se podem complementar com o auxílio de câmaras de vídeo e televisão que podem capturar todos os detalhes do ambiente de trabalho de cada indivíduo.

Desta forma é possível partilhar informação visual com outros participantes, noutras estações de trabalho. Os desafios técnicos para a comunicação de alta fidelidade deste tipo de informação são múltiplas.

O suporte de vídeo e interactividade em tempo real, com inclusão de áudio, constitui um desses desafios. As pessoas permanecem frequentemente menos satisfeitas com a comunicação mediada por groupware, apesar das novas funcionalidades que este tipo de sistemas proporciona em comparação com a comunicação face a face.

As pessoas apreciam menos o controlo de atenção num grupo, quando são as câmaras de vídeo, a televisão e o telefone que transportam a informação sobre os diferentes membros do grupo. O limite entre a troca de informação pública e privada torna-se difícil de estabelecer num diálogo baseado num sistema de groupware. Por outro lado, quando a separação física não permite reuniões face a face, o groupware pode permitir uma melhor coordenação que não seria tão fácil sem o groupware.

Quando o computador está envolvido na coordenação, é possível fazer mais que manipular áudio, vídeo e texto. O computador pode ser programado para suportar a tomada de decisão. Pode assistir as trocas entre pessoas e baseado no modo como foi programado, o computador pode contribuir para facilitar as interações e, desta forma, assegurar que o grupo toma boas decisões.

As experiências com este tipo de sistemas indicaram que as pessoas tendem a preferir a tecnologia e que esta possui um papel importante quando em comparação com a tradicional solução baseada em papel.