
Media Interactivos

Luís Manuel Borges Gouveia

- Maio de 1999 -

Versão 3.0 - Maio de 99

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*

Versão 3.0: apresentação parcial dos dois primeiros pontos do documento: a *introdução e o indivíduo e o hipermédia*. Adaptado como texto de apoio para a introdução de conceitos associados ao multimédia e à comunicação.

MEDIA INTERACTIVOS E O INDIVÍDUO E O HIPERMÉDIA

Luís Manuel Borges Gouveia

Versão 3.0 - Julho de 99

TABELA DE CONTEÚDOS

1. 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
2. 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 áudio</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

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</i> evidenciando distorções e o efeito de bloco, descrito no texto.....	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

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.

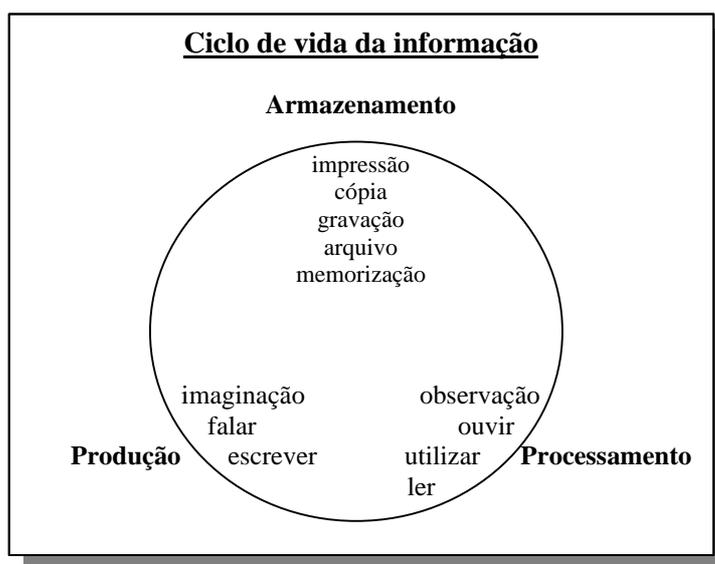


Figura 1.1: O ciclo de vida da informação: consiste na produção, armazenamento e processamento de informação. As pessoas produzem informação através da sua imaginação, falando ou escrevendo. A informação pode ser armazenada por impressão, cópia, gravação, arquivo ou memorização. As pessoas processam 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*).

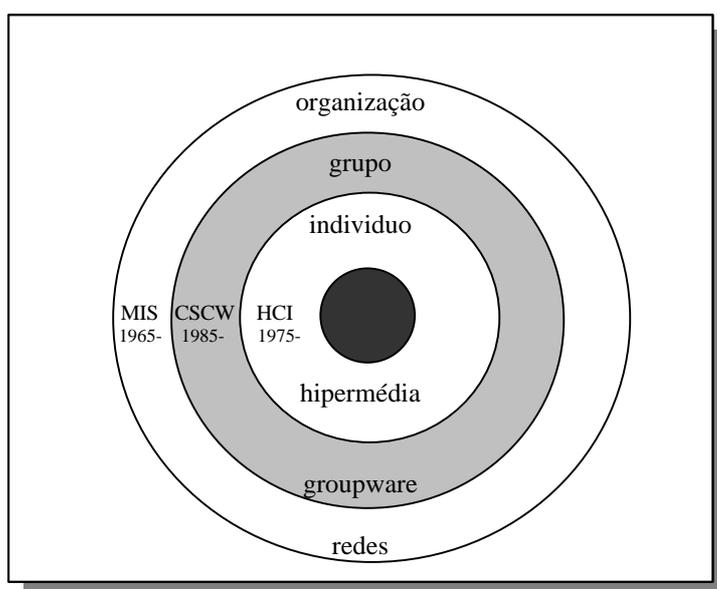


Figura 0.1: Indivíduos, grupos e organizações; investigação e tecnologia. Os Sistemas de Informação para Gestão constituem uma disciplina estabelecida desde o meio da década de 60, para o estudo do uso de tecnologias de informação na organização. A Interacção Homem-Máquina está estabelecida desde o meio 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).

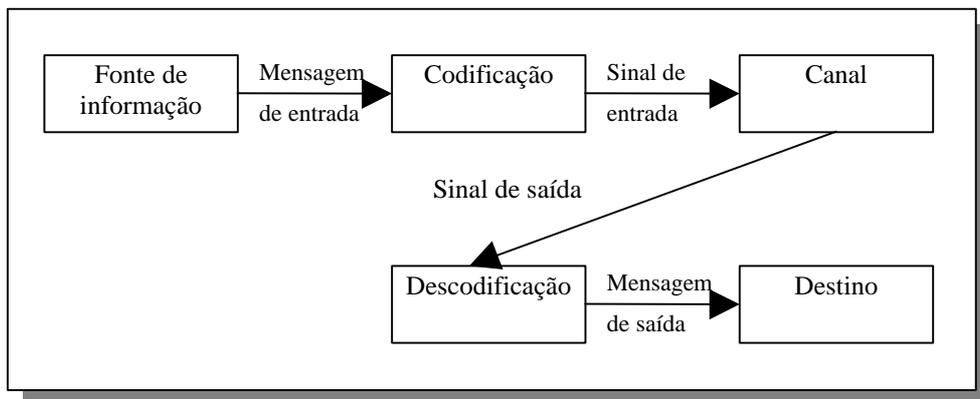


Figura 0.1: A transmissão de um sinal. Este modelo básico de comunicação apresenta a comunicação como um processo linear simples desde a fonte de informação ao destino.

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.

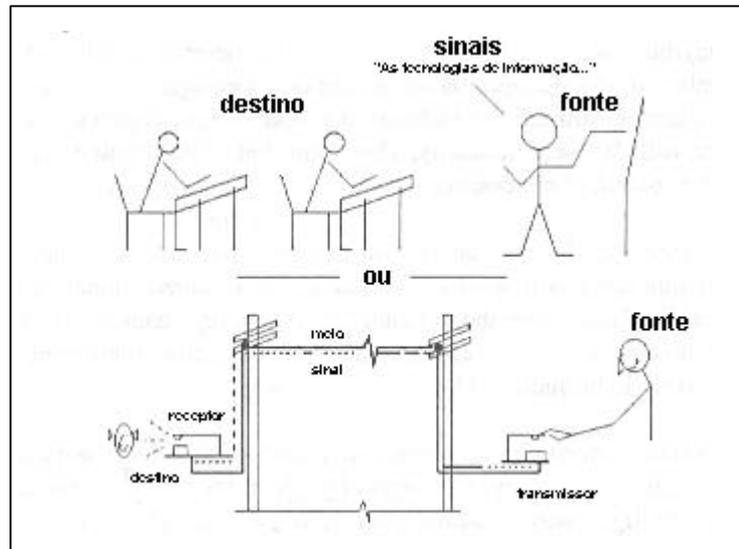


Figura 0.2: Comunicação por apresentação (primeiro caso; o professor) versus comunicação por representação (segundo caso; o envio de mensagens)

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.

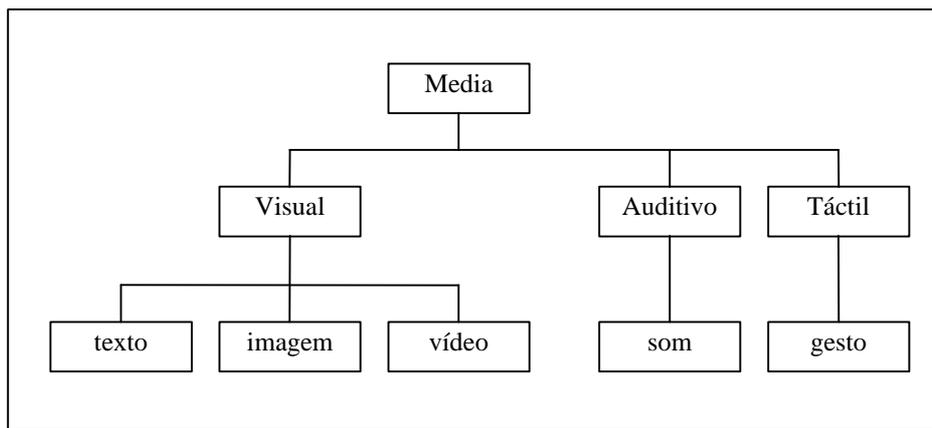


Figura 0.3: Organização dos *media* em função dos sentidos humanos.

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 Interação 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 interação 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.

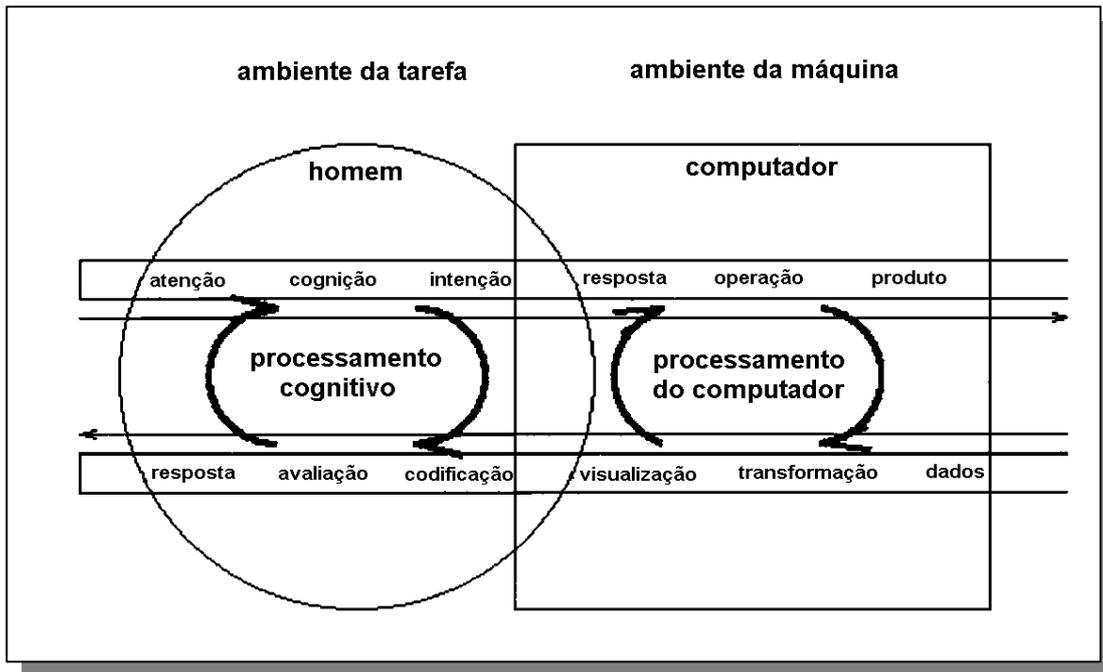


Figura 1.1: Modelo geral do interface homem-máquina. O ser humano é representado por um círculo e o computador por um rectângulo. Tanto o círculo como o rectângulo incluem processos desempenhados pelo homem e pelo computador. A área de sobreposição inclui processos relacionados com o interface. As setas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

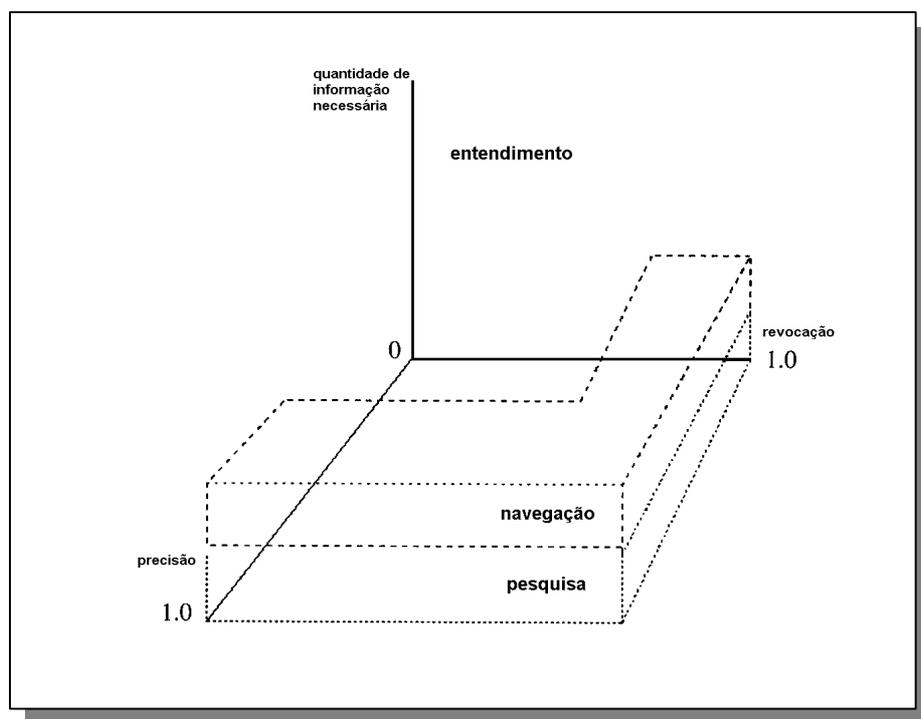


Figura 1.1: Espaço de pesquisa tridimensional. Este espaço tridimensional que possui como eixos, a revocação, a precisão e a quantidade de informação necessária, mostra que as tarefas para as quais grandes quantidades de informação são necessárias, a pesquisa e a navegação não são os métodos mais adequados, 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 uso actualmente imagens digitalizadas para gráficos de bloco (*sprites*) e fundos, com impacto nos elementos visuais dos jogos.

A captura de audio 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.

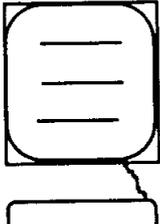
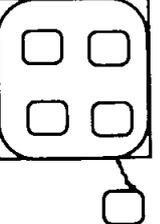
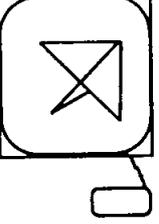
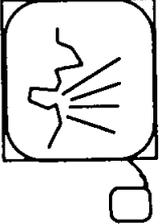
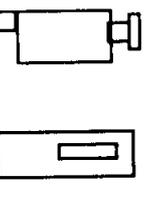
 <p>digitar teclado</p>	 <p>manipulação directa</p>	 <p>digitalização</p>	 <p>reconhecimento de voz</p>	 <p>vídeo</p>
<p>lento e sujeito a erros</p>	<p>amigável e intuitivo mas pouco útil para introduzir texto</p>	<p>excelente para imagens mas sem outros usos</p>	<p>potencialmente poderoso mas tecnologia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

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.

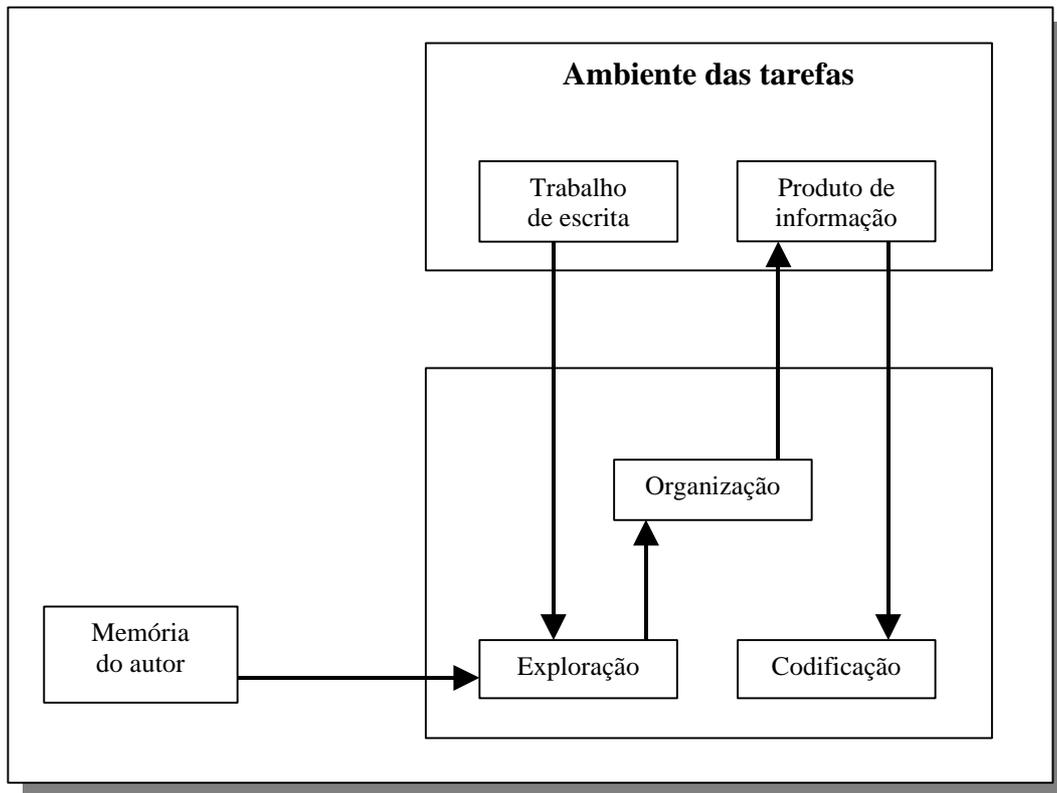


Figura 1.1: Modelo de escrita orientado a objectivos. Processo de escrita relativo à memória e às tarefas.

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 encontravam 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 interação 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.

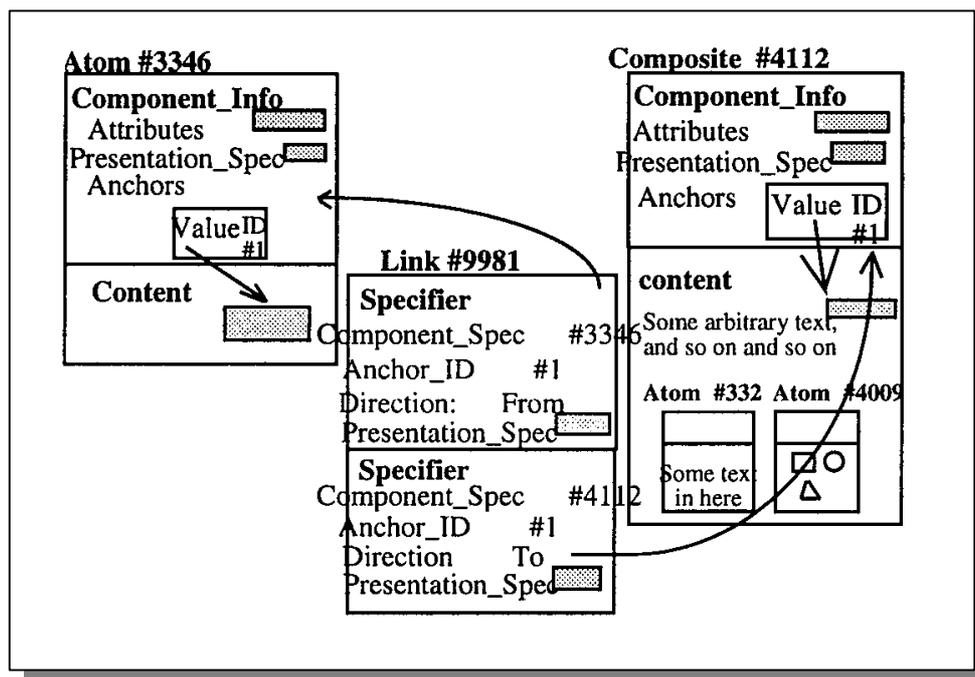


Figura 1.1: Nodos e ligações. Um exemplo da organização geral da camada de armazenamento, incluindo dois nodos: o nodo atómico #3346 e o nodo composto #4112. A ligação #9981 possui uma âncora em ambos os nodos.

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.

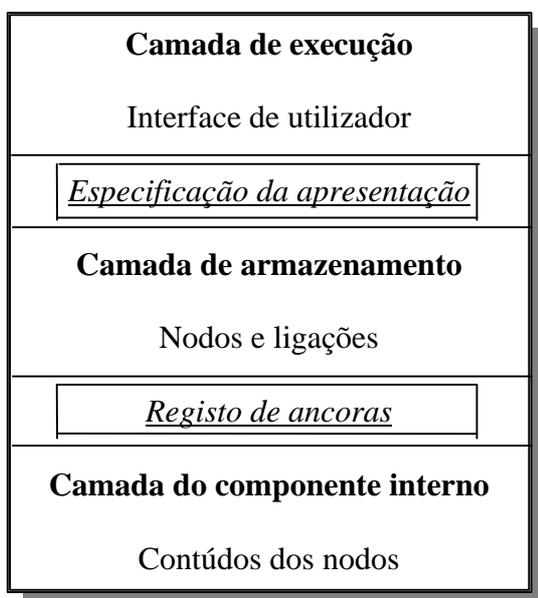


Figura 1.2: Modelo Dexter por camadas. A camada de armazenamento apenas fornece os mecanismos para organizar os componentes (nodos) e as ligações, sem considerar os conteúdos dos componentes, que é precisamente a tarefa da camada de componente interno. O interface entre a camada de armazenamento e a 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.

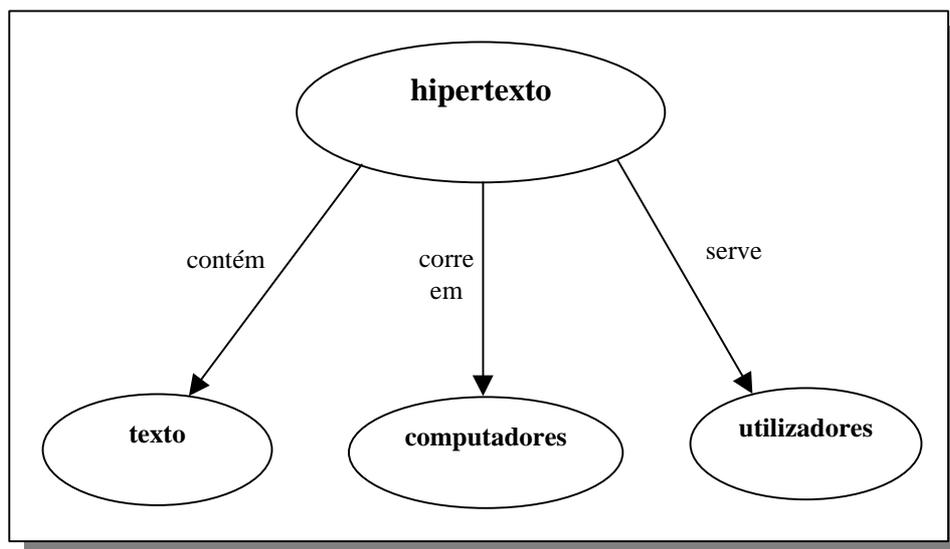


Figura 1.1: Exemplo de uma rede semântica

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*.

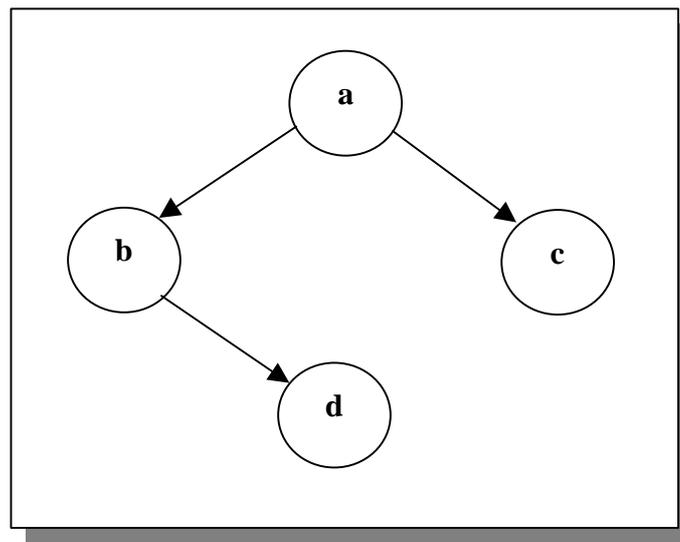


Figura 1.1: Travessias em largura e profundidade. Para uma travessia que se inicia em *a*, o percurso em largura é *a, b, c, d* e, em profundidade é *a, b, d, c*.

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).

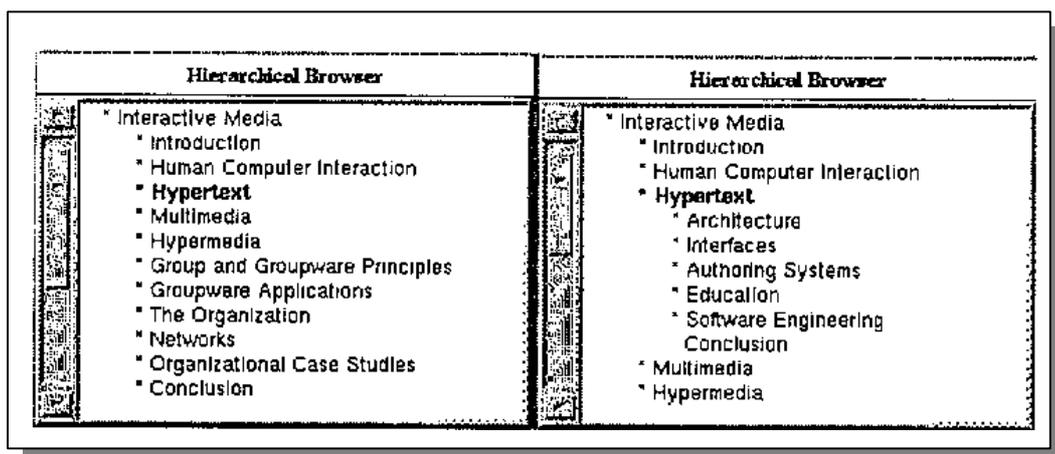


Figura 2.1: Olho de peixe: são apresentadas duas janelas de um sistema hipertexto com o efeito de olho de peixe. Na janela da esquerda, os assuntos são listados apenas ao primeiro nível. Na janela da direita, seleccionando *Hypertext*, obtêm-se um maior detalhe, sendo apresentada informação de nível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

Para proporcionar a sensação kinestégica (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 sugere 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 apostos, 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.

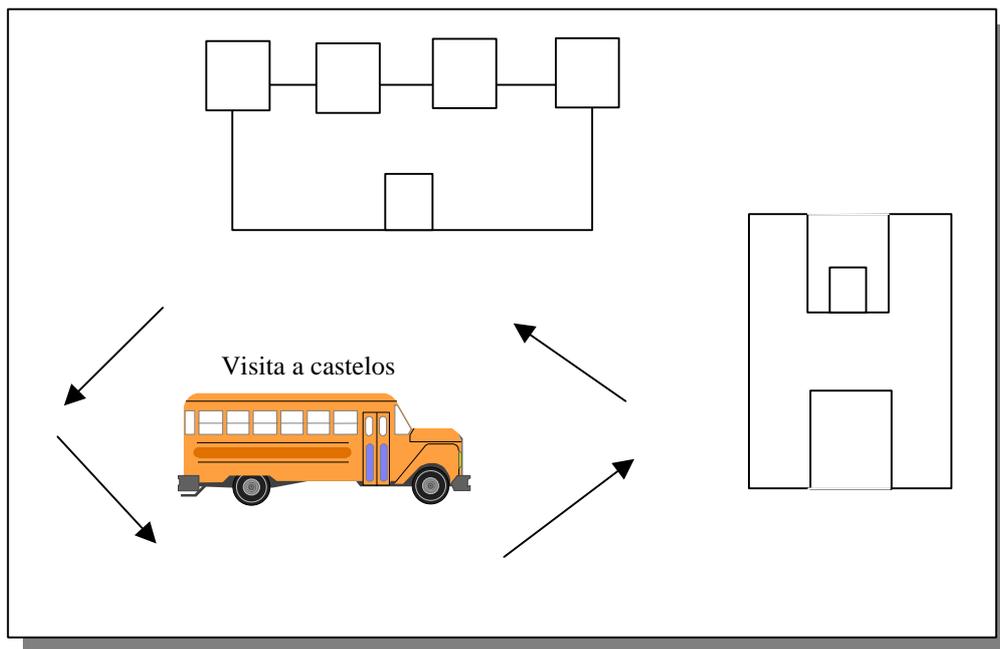


Figura 2.2: Metáfora de viagem. Quando o utilizador selecciona o autocarro identificado por visita a castelos, este é levado a percorrer os nodos disponíveis sobre castelos.

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).

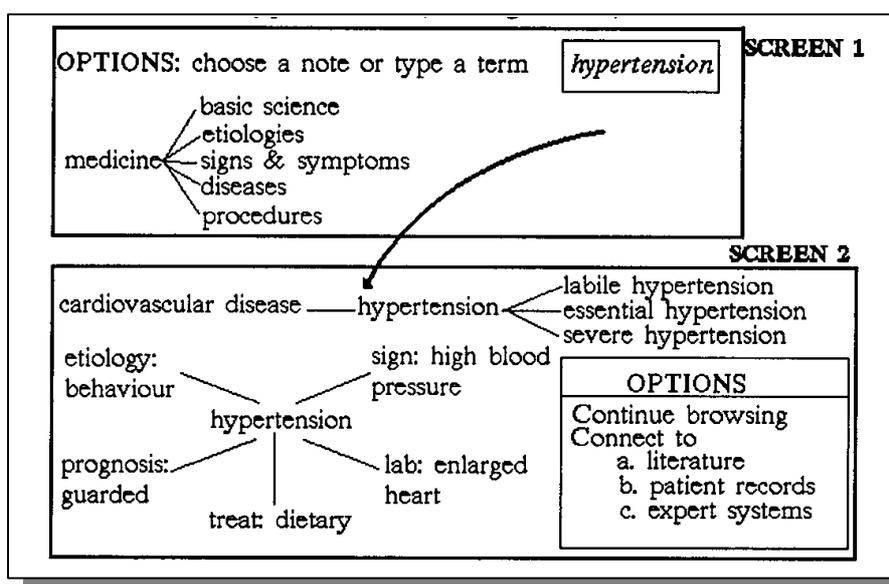


Figura 1.1: Interface de recuperação para um termo com muitas ligações. No primeiro ecran é visualizada a informação pedida pelo utilizador sobre hipertensão. No segundo ecran são apresentados os nodos relacionados com a hipertensão.

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.

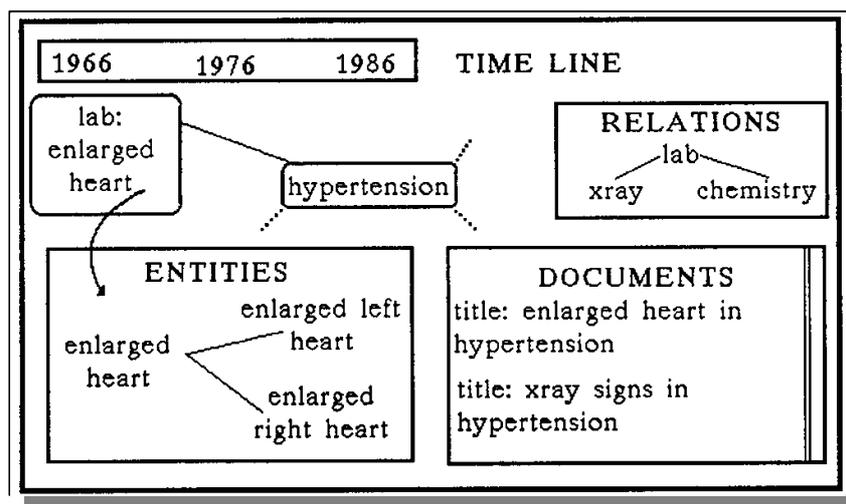


Figura 1.2: Expansão das relações. O utilizador seguiu as ligações sobre hipertensão, tendo descoberto informação relacionada sobre o coração.

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 ecran de computador, o utilizador pode precisar de mudar os conteúdos do ecran 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 formatadores de baixo nível. Os formatadores 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 formatador do documento, o comando ".ce" leva a que a próxima linha de texto seja centrada na página. Nos últimos trinta anos, os formatadores 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 formatador, a entrada de dados e actualização da descrição do documento é realizada por um editor em separado que pode submeter o documento ao formatador. Um desenvolvimento deste processo foi a combinação das funções do editor e do formatador, para produzir editores/formatadores que foram os percursores dos actuais processadores de texto.

Baseados inicialmente no uso de monitores com capacidade gráfica para exhibir 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 ecran; 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.

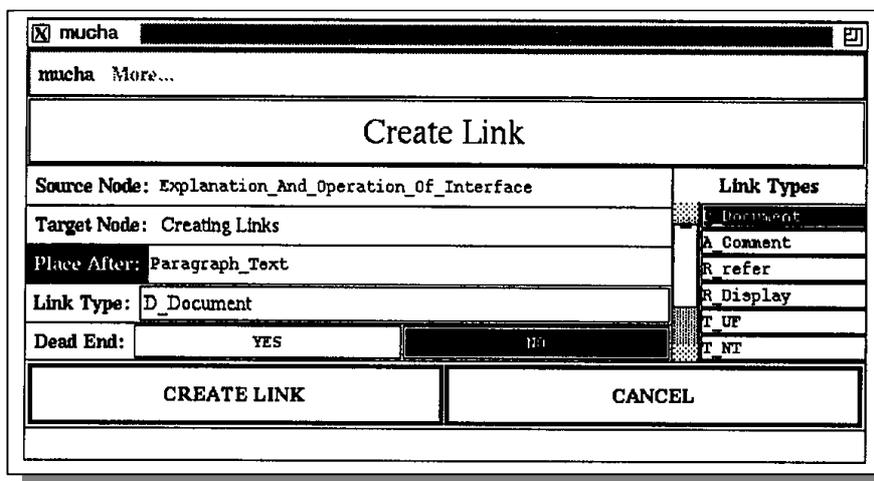


Figura 1.1: Criando uma ligação expansão das relações. O utilizador cria uma nova ligação utilizando esta caixa de diálogo, especificando o nodo de origem e o novo alvo. Também é possível especificar uma sequência para a ligação utilizando o campo *Place after*.

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).

much More...	
Traversal Options	
Start Node: much	Depth: <input type="text"/>
Linktypes:	<input type="checkbox"/> Document <input type="checkbox"/> Annotation <input type="checkbox"/> The report <input type="checkbox"/> Reference
Author & Date of:	<input type="checkbox"/> Node <input type="checkbox"/> Link <input type="checkbox"/> at: <input type="checkbox"/> Creation <input type="checkbox"/> Last Update Filter: <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> No
Author(s) (in user-name):	<input type="text"/>
Date (yy/mm/dd [-yy/mm/dd]):	<input type="text"/>
Words in Node Name:	<input type="text"/>
Information on Outline:	<input type="checkbox"/> Author <input type="checkbox"/> Date <input type="checkbox"/> Credit
Words in Node Contents:	<input type="text"/>
<input type="button" value="GENERATE OUTLINE"/> <input type="button" value="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.

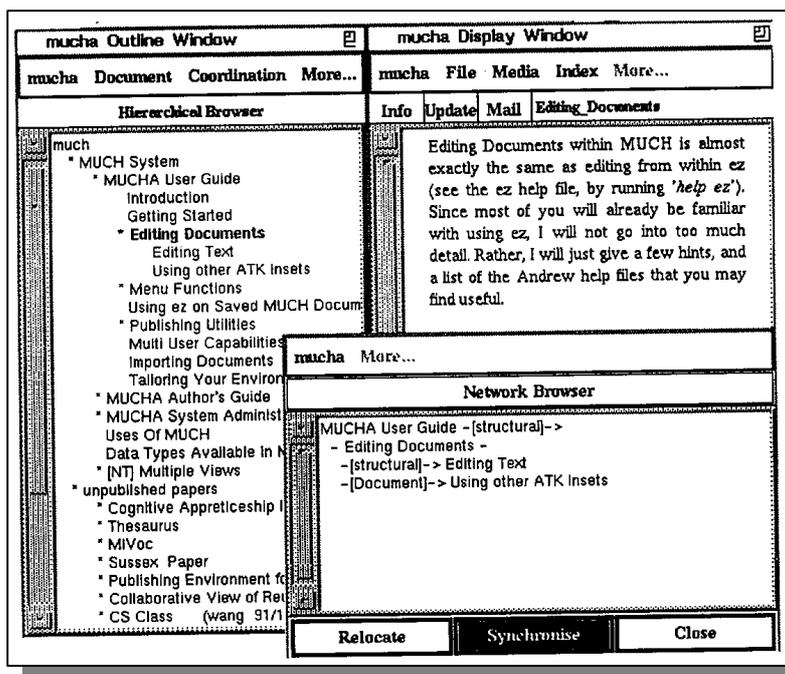


Figura 1.3: A janela do sistema MUCH. Os asteriscos antes dos nodos, indica que estes se podem retrair. O nodo *editing documents* foi seleccionado e o seu conteúdo é visualizado na janela de *display*. A janela *network browser* fornece outra vista da rede semântica, do nodo *editing documents*.

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.

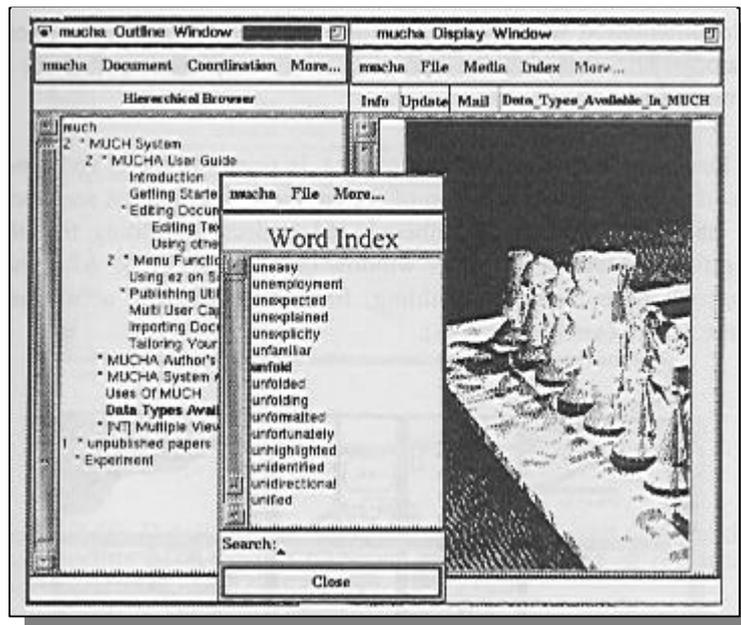


Figura 1.4: Índice de palavras. Este utilitário do sistema *MUCH* ajuda os utilizadores a descobrir determinado tópico na base de informação. A palavra *unfold* foi escolhida e o sistema mostra que esta ocorre duas vezes na função de menu e uma nos artigos por publicar.

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).

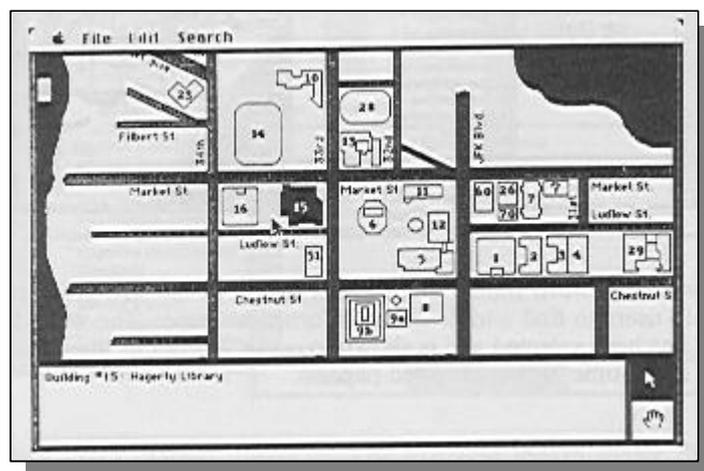


Figura 1.1: Pormenor do mapa da Universidade de Drexel. O cursor está colocado sobre a área da biblioteca (15).

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*.

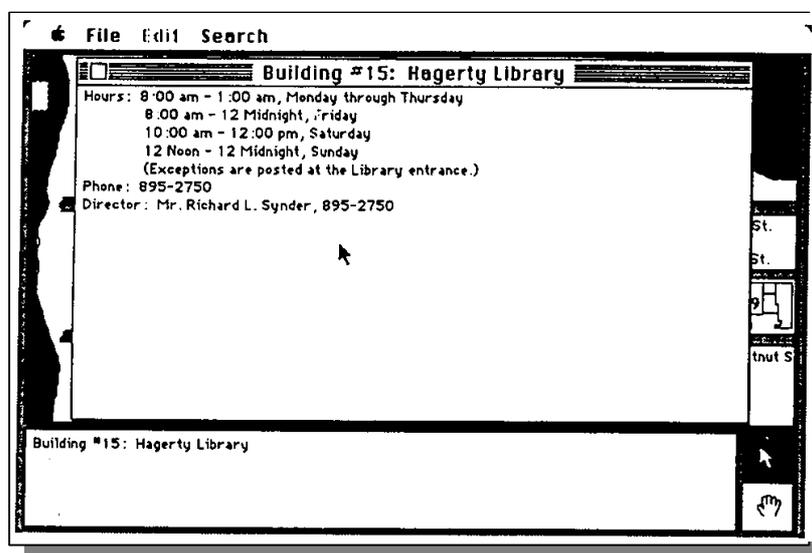


Figura 1.2: Detalhes associados ao mapa da Universidade de Drexel. Após a selecção da biblioteca são obtidas informações sobre esta, nomeadamente o seu horário.

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 obtém 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 alguns, 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).

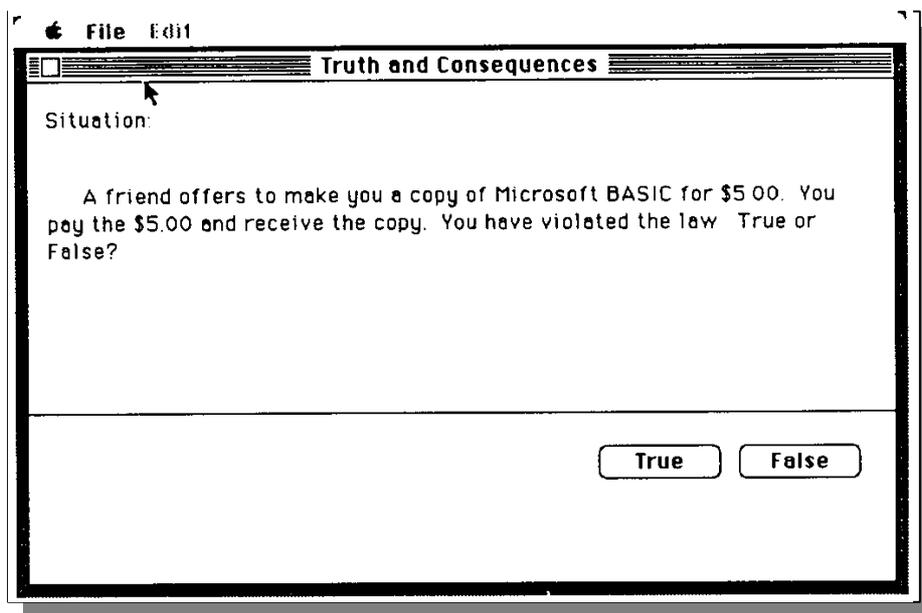


Figura 1.3: Uma questão para responder verdadeiro ou falso.

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.

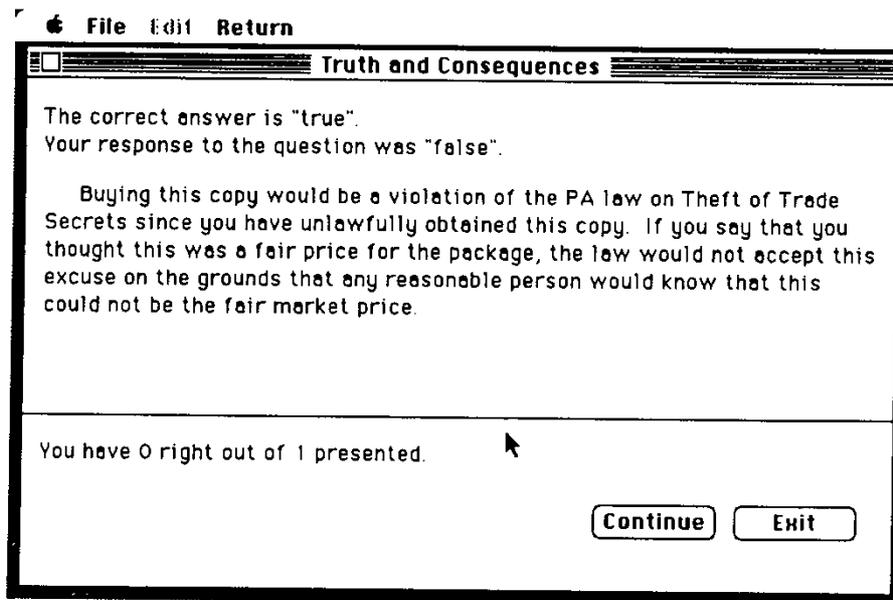


Figura 1.1: Resultado da resposta efectuada pelo estudante. O programa esclarece a razão pela qual a questão foi mal respondida.

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.

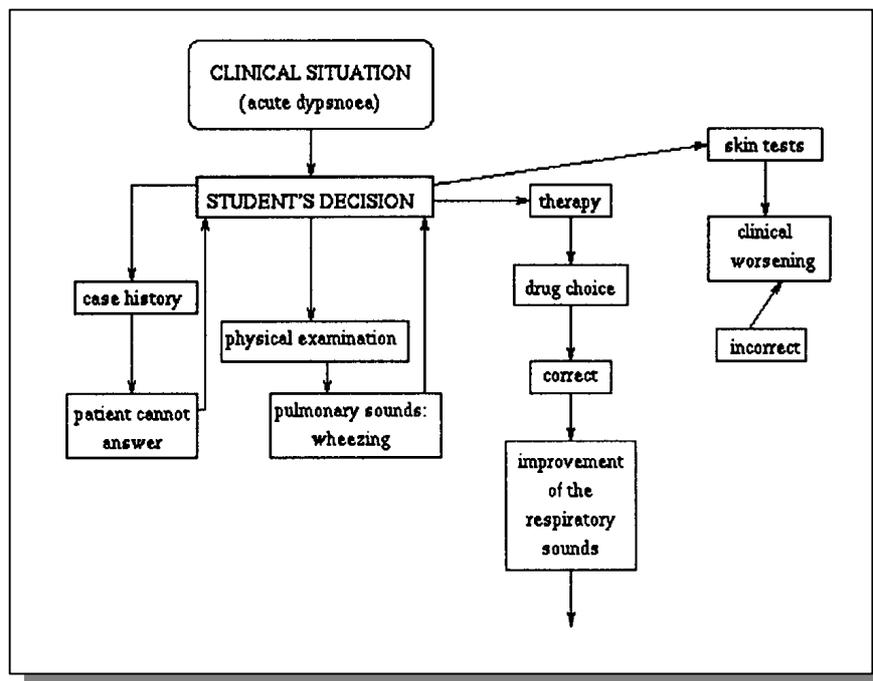


Figura 1.2: Fluxograma descrevendo todos os caminhos que o estudante pode percorrer, durante o diagnóstico de doentes asmáticos.

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.

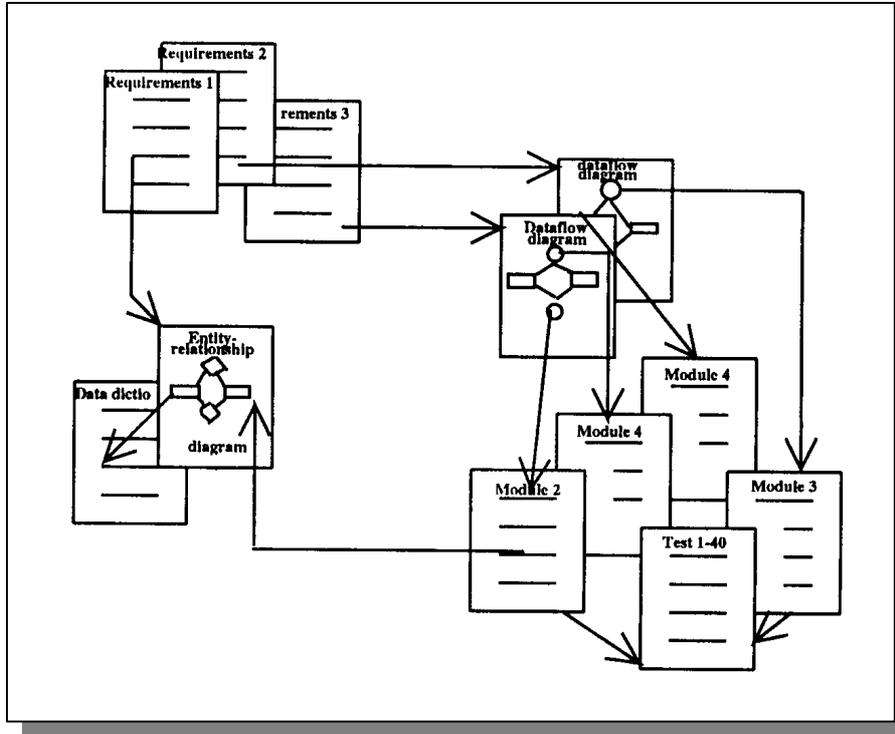


Figura 1.1: A navegação entre documentos de software. Os rectângulos correspondem aos documentos (componentes) e as setas a ligações de um componente para outro.

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.

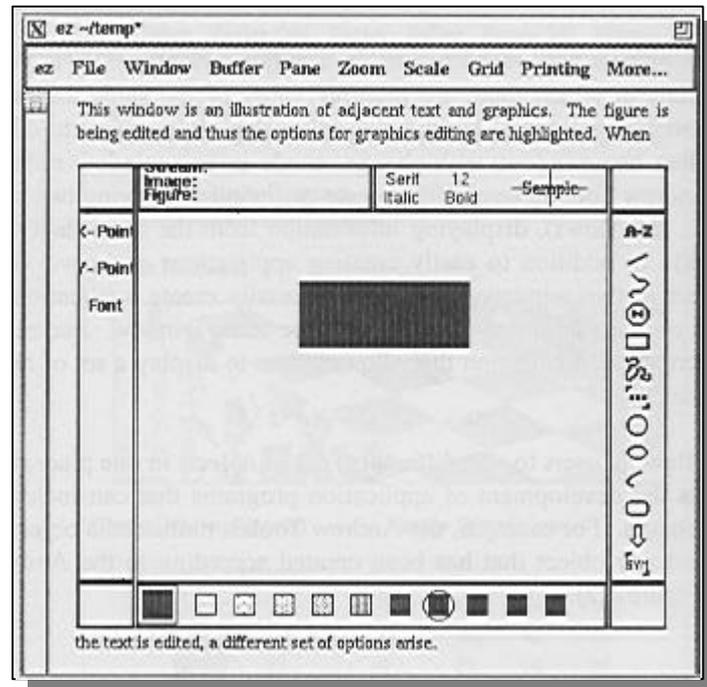


Figura 1.1: O *Andrew Toolkit*. Um documento com menus de edição de imagem.

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.

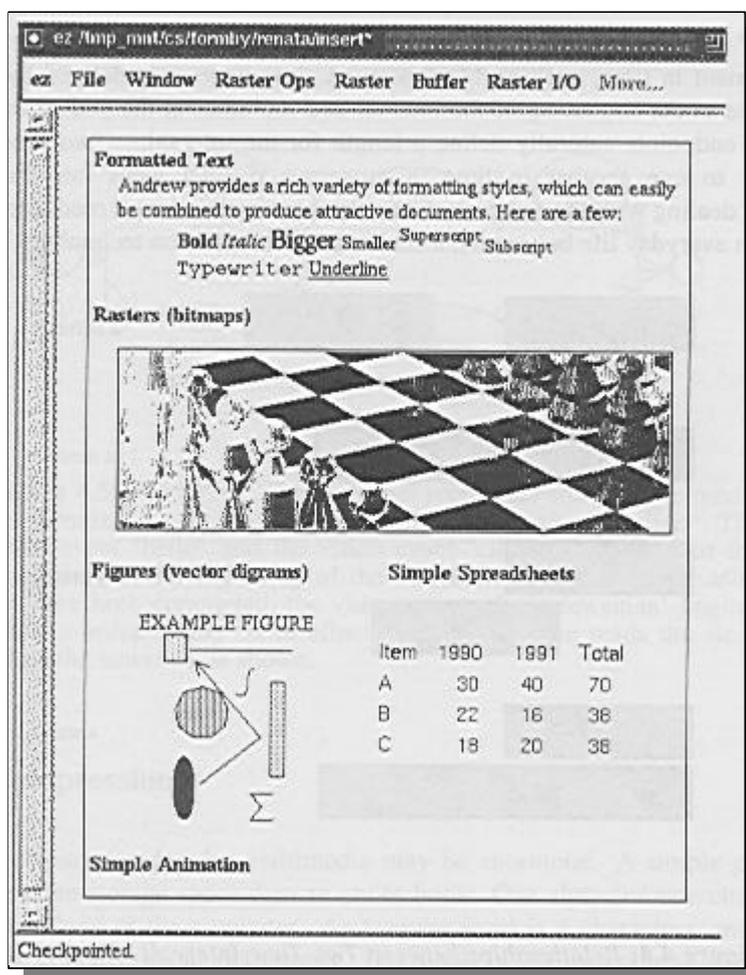


Figura 1.1: Um conjunto interno *Andrew*. Um exemplo da janela de conteúdo que inclui vários conjuntos internos.

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.

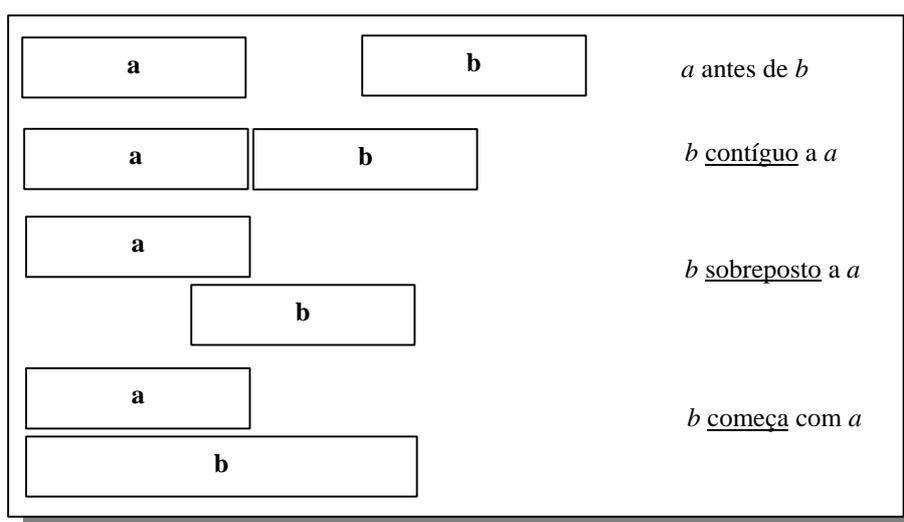


Figura 1.3: Relações entre dois intervalos de tempo. Quatro das possíveis treze relações entre intervalos de tempo são visualizadas.

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).

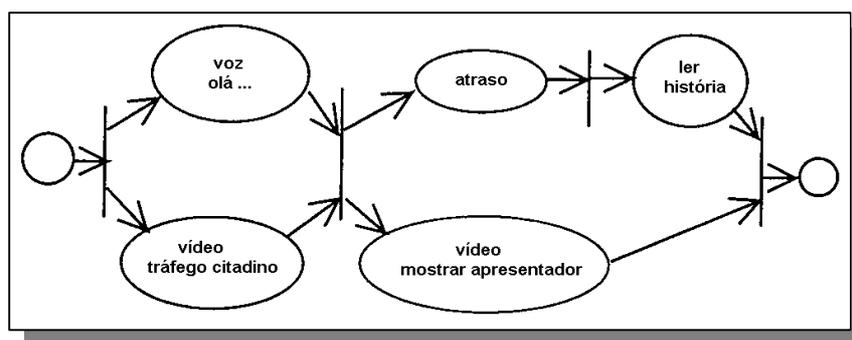


Figura 1.4: Rede de Petri. Representa a sincronização de media de um bloco de tempo de um serviço noticioso. O evento de voz de apresentação e o vídeo do tráfego citadino são reproduzidos ao mesmo tempo, no início do serviço noticioso. Após e apenas após ambos terem sido concluídos, o vídeo apresentando 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 decodificar 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 audio. A premissa do MPEG é que um sinal vídeo e o seu audio 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 audio 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.

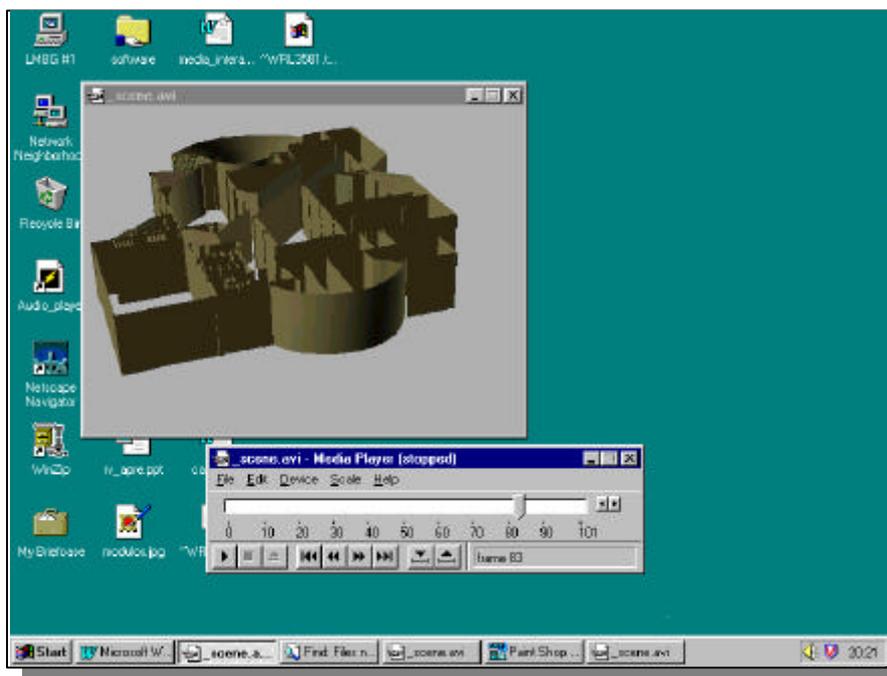


Figura 1.1: *Video for windows*. Reprodução de um ficheiro *ufp_3d.avi*, com uma resolução superior à mínima e com uma animação de 100 imagens, com a duração de 3,37 segundos.

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.

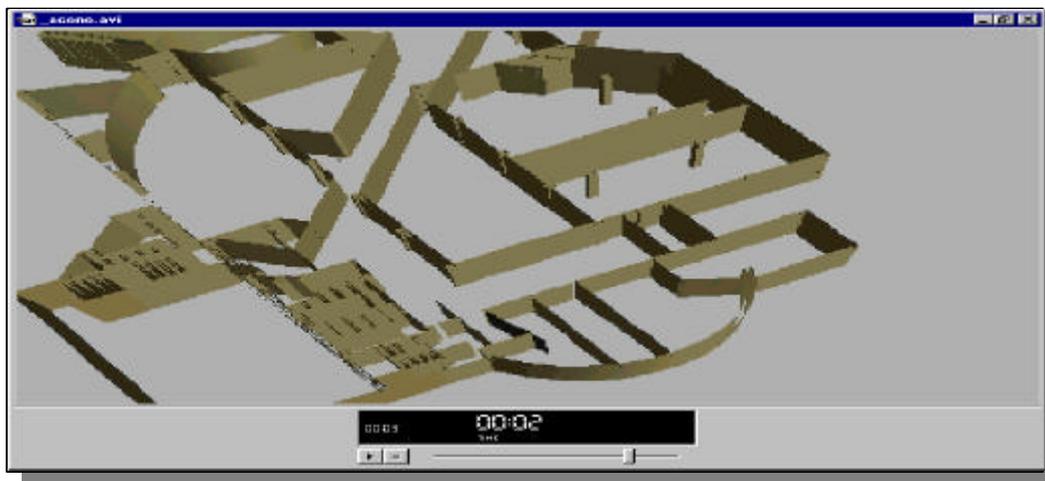


Figura 1.2: *Video for windows*, visualização em janela aumentada, evidenciando distorções e o efeito de bloco, descrito no texto.

O *QuickTime* é uma arquitectura de software que foi projetada para permitir para ao 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 sistema operativos e
- possibilidade de integração de novo hardware.

Estes objectivos são alcançadas 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.

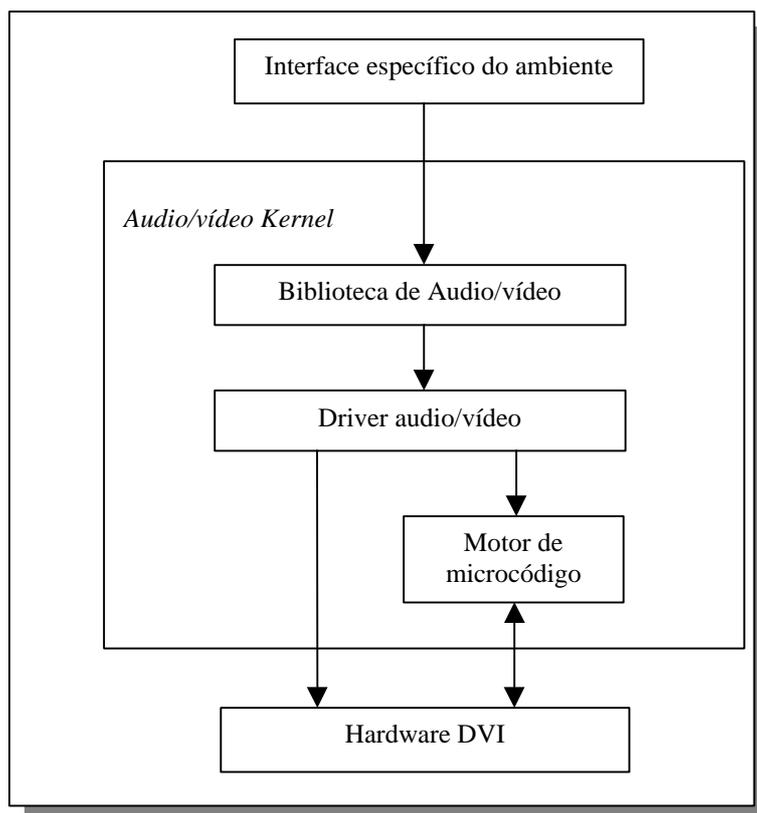


Figura 1.1: Arquitectura AVK. O ambiente, como o da Microsoft, envia informação para o AVK. As setas indicam a direcção do fluxo de informação (que é bidireccional entre o motor de microcódigo e o hardware DVI).

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 seqüências 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, câmeras 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.

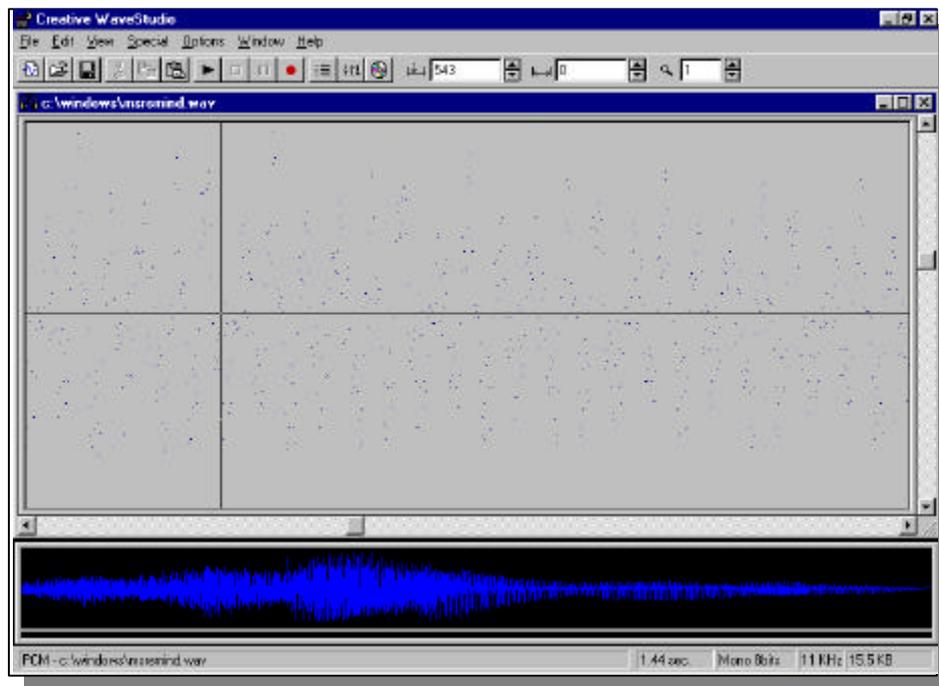


Figura 1.1: Tratamento do audio em computador. O ecran de computador mostra um programa que trata, edita e modifica o som em frequência e amplitude, permitindo adicionar efeitos e compor novos sons por inclusão de mais informação de CD-ROM ou de microfone ou ainda de outros ficheiros.

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.

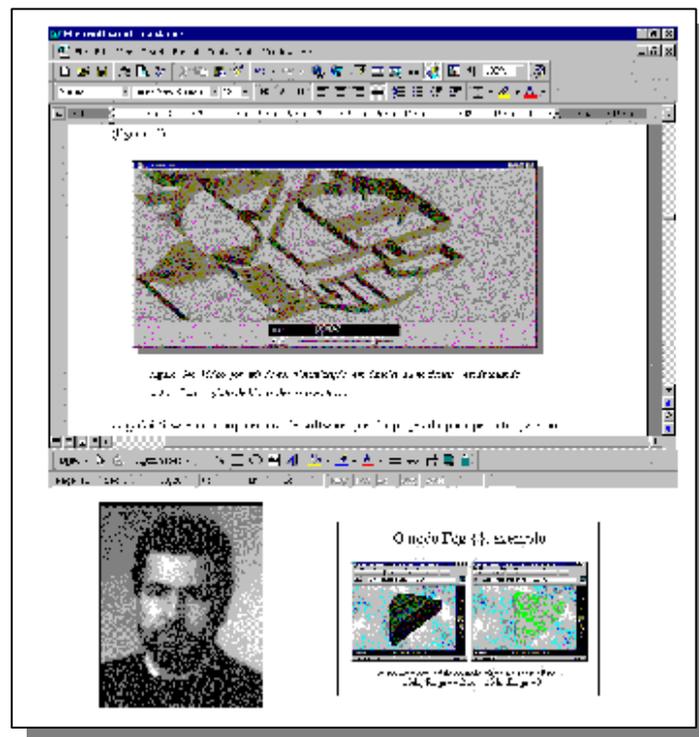


Figura 1.1: Múltiplos formatos. Cada janela no ecrã do computador apresenta três diferentes vistas do mesmo objecto, nomeadamente o local onde se encontra, a imagem ou aparência física e o que se encontra a fazer (imagem de uma apresentação sobre VRML).

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.

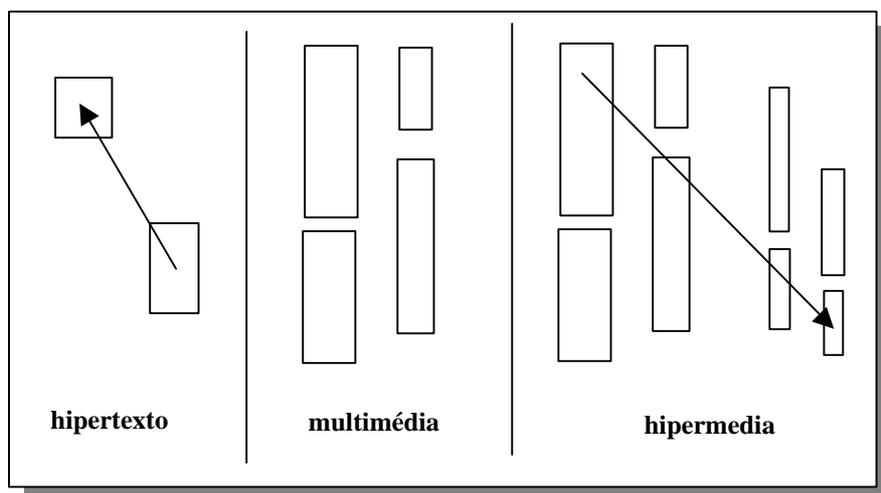


Figura 1.1: Hipertexto, multimédia e hipermedia. A coluna mais à esquerda mostra a ligação de uma âncora de um nodo de hipertexto com outra âncora de um outro nodo de hipertexto. A coluna do meio, mostra dois tipos de media que devem apresentar o seu conteúdo ao mesmo tempo, de cima para baixo. Cada 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 ecrã 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 ecrã, 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 ecrã. 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).

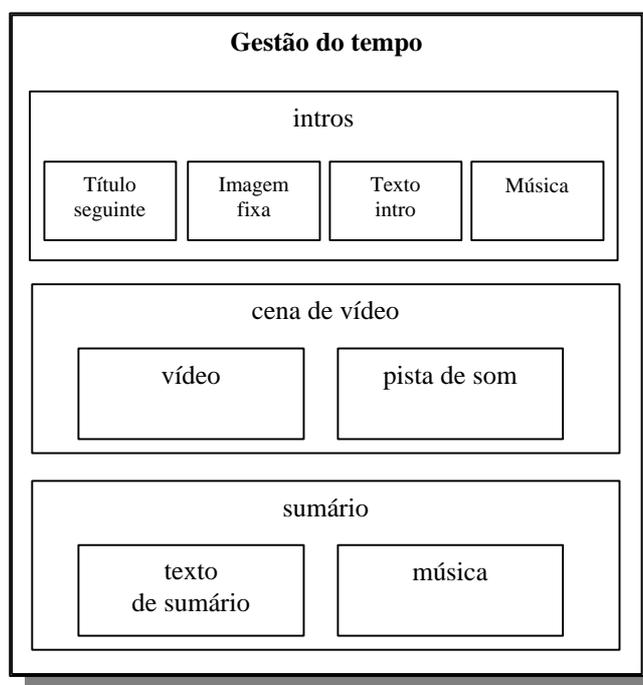


Figura 1.1: Esquema da hierarquia do *CMIFed*: o esquema mostra como a janela do *CMIFed* aparece na vista hierárquica com os nodos de apresentação sobre a *gestão de tempo* embebidos, que incluem texto, imagem, música, vídeo, etc. O tempo vai do cima para o fundo e o nodo composto *sumário* vem em último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

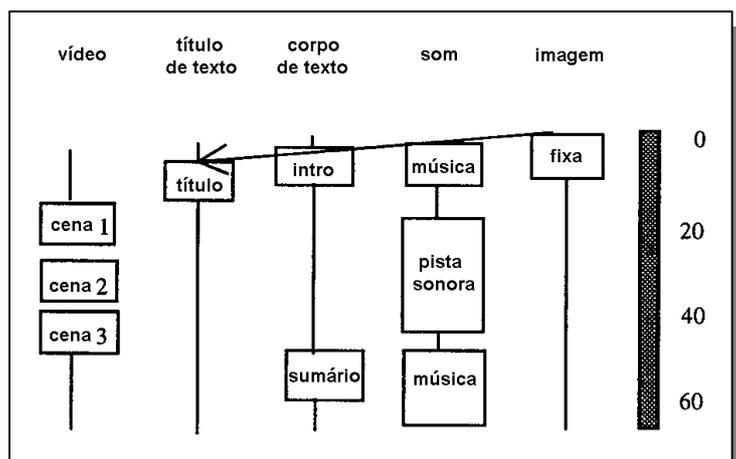


Figura 1.2: Vista paralela do *CMIFed*: o tempo flui de cima para baixo, como indicado na linha de tempo, na direita do esquema. As colunas representam os diferentes canais usados na apresentação e as caixas em cada coluna representam os eventos atribuídos a cada canal. A posição e tamanho de cada caixa 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 abstrações de cada uma das sequências de vídeo é pré-registada e apenas essas abstrações são recuperadas e inicialmente visualizadas. As abstrações 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, o *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 o *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 *Rframe* tem interesse, pode ver toda a sequência de vídeo em detalhe, ao redor do tempo daquele *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 de formatos arquitectónicos para a definição de DTD's de hipermedia. Estes formatos arquitectónicos 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).

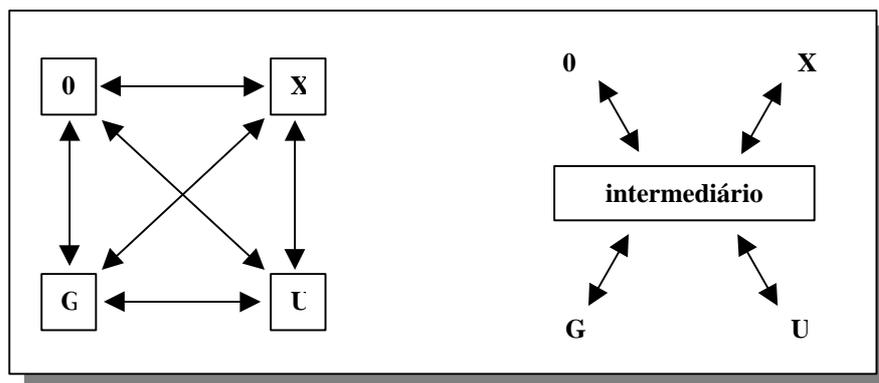


Figura 1.1: Conversores. Com quatro diferentes formatos e sem um formato intermédio, podem ser precisos doze conversores. Com um formato intermédio, apenas são necessários conversores entre cada formato e o formato intermédio, num total de oito conversores. Com o aumento do número de formatos, aumenta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

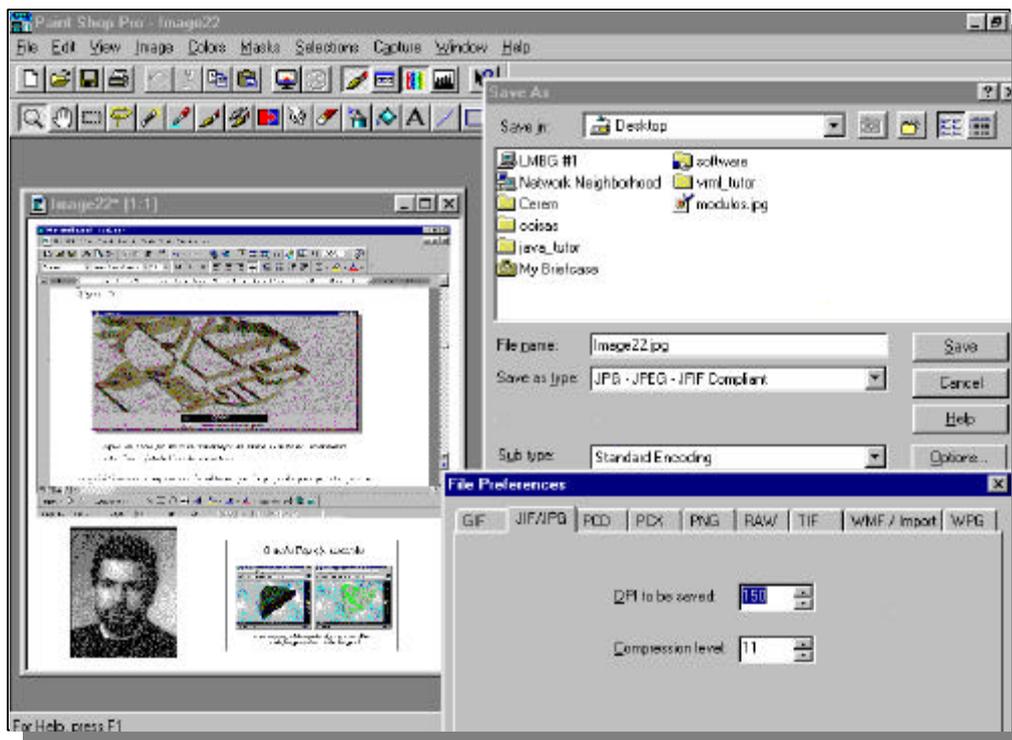


Figura 1.2: Conversor. Programa que apresenta informação sobre um dado tipo de media e permitem a sua passagem para um outro formato, com as respectivas opções e conversões da informação. Neste caso trata-se do *Paint Shop Pro*, para tratamento de imagens.

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 hipermédia.

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 áudio 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).