

Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Mestrado em Tecnologia Multimédia
Introdução à Investigação

**Desenho, Desenvolvimento e Avaliação
de um Sistema Multimédia para o
Ensino do Design 3D**

ESTADO DE ARTE

Joana Isadora Castro
Orientador: Prof. João Manuel R. S. Tavares

15 de Setembro de 2005

Índice

Índice	1
Introdução e Estrutura da Dissertação	3
1.1. Introdução	4
1.2. Objectivo da dissertação	5
1.3. Estrutura da dissertação	5
Sistemas Multimédia de Ensino.....	8
2.1. Evolução histórica do ensino computadorizado	9
2.2. Ensino computadorizado e o novo paradigma educacional construtivista	10
2.3. Requisitos usuais no desenvolvimento de aplicações multimédia de ensino	12
2.3.1. Estruturação dos conteúdos e dos sistemas multimédia de ensino e métodos de avaliação	12
2.3.2. Ergonomia dos sistemas multimédia	13
2.4. Exemplos de aplicações multimédia de ensino e plataformas de desenvolvimento	25
2.4.1. Aplicações multimédia	25
2.4.2. Plataformas de desenvolvimento de sistemas multimédia	26
Conclusões e Tarefas Futuras	28
Bibliografia	30

Capítulo I

Introdução e Estrutura da Dissertação

1.1. Introdução

O Design 3D consiste na criação de objectos virtuais 3D através de programas computacionais que permitem infinitas conjugações de objectos primitivos (como esferas e cubos), bem como alterações das suas propriedades através da manipulação directa ou de modificadores baseados em funções matemáticas.

O Design 3D compreende cinco fases: a modelação, a texturização, a iluminação, a animação e a renderização (*rendering*). Cada uma destas fases contribui para um aumento de realismo dos objectos. Os avanços tecnológicos permitem hoje produzir já imagens (sintetizadas) idênticas às imagens reais.

Por este motivo, o Design 3D é uma área em evolução exponencial, contribuindo para o design, medicina, cinema/animação e indústria, entre outros. A par disto, há também grande evolução do Design 3D nas áreas em que o realismo não é condição essencial, como a produção de desenhos animados e outras animações ou a produção de elementos gráficos compreendidos em produtos electrónicos variados.

Contudo, o Ensino não parece ter acompanhado a evolução tecnológica nesta área, pelo que há ainda poucos programas de formação (extrínsecos ao programa nacional do ensino obrigatório e raras vezes intrínsecos a programas de cursos superiores). Directamente relacionado com isto, está o facto de haver muito poucos conteúdos publicados no sentido de auxiliar adequadamente o ensino do Design 3D.

O multimédia é uma área relativamente recente que adveio também dos avanços tecnológicos. Partindo das características de interactividade, não-linearidade e maior acessibilidade das aplicações multimédia, têm vindo a ser criados diversos sistemas, com inúmeras aplicações práticas.

O Ensino é uma das áreas de que beneficia com estes sistemas, quer ao nível presencial quer ao nível não-presencial. As suas características permitem um ensino cada vez mais centrado no aluno, em que o professor assume mais o papel de orientador e o aluno constrói o conhecimento à sua imagem e medida.

Assim sendo, considerou-se que o multimédia seria um meio adequado para apoiar o professor no ensino do Design 3D. Surgiu então o propósito de criar um

sistema multimédia eficaz nesse sentido, tirando partido do melhor do multimédia para ensinar o Design 3D. Nesse âmbito, será feito o seu desenho e desenvolvimento, bem como uma posterior avaliação do mesmo (quer em termos de usabilidade, quer em termos de conteúdos).

1.2. Objectivo da dissertação

Este projecto partiu, como já atrás foi referido, da necessidade de colmatar lacunas de material didáctico auxiliar ao ensino do Design 3D.

Conhecidas as potencialidades do multimédia, pretende-se com este projecto um aprofundamento das suas características, das potencialidades dos sistemas multimédia em geral e das características desejáveis para um sistema multimédia para o ensino de Design 3D, passando pelo estudo de várias plataformas existentes para o desenvolvimento de tais sistemas.

Desta forma, poderá posteriormente ser construído um sistema multimédia para o ensino do Design 3D de bases sólidas, apresentando-se como um produto de boa usabilidade e fortes potencialidades práticas.

1.3. Estrutura da dissertação

Foi elaborado um índice baseado numa previsão estudada da estrutura que a dissertação deverá apresentar. Esta estrutura poderá obviamente ser alterada consoante as necessidades que surgirem no decorrer da própria investigação. A estrutura deverá seguir as seguintes linhas orientadoras:

Capítulo I: Introdução e estrutura da dissertação

1.1. Introdução

1.2. Objectivos da dissertação

1.3. Estrutura da dissertação

1.4. Contribuições

Capítulo II: Sistemas multimédia de ensino

2.1. Introdução

2.2. Evolução histórica do ensino computadorizado

2.3. Ensino computadorizado e o novo paradigma educacional construtivista

2.4. Requisitos usuais no desenvolvimento de aplicações multimédia de ensino

2.4.1. Estruturação dos conteúdos e dos sistemas multimédia de ensino e métodos de avaliação

2.4.2. Ergonomia dos sistemas multimédia

2.4.2.1. Os sete estados de acção segundo Norman

2.4.2.2. Heurísticas relevantes de usabilidade

2.4.2.4. Princípios de design de interfaces homem/máquina

2.4.2.5. Princípios de navegação

2.4.2.6. Testes de avaliação de usabilidade

2.4.3. Materiais e questões tecnológicas

2.4.4. Questões institucionais e logísticas

2.5. Exemplos de aplicações multimédia de ensino e plataformas de desenvolvimento

Capítulo III: Características desejáveis para um sistema multimédia para o ensino do design 3D

3.1. Introdução

3.2. Público-alvo, Contextos de ensino, Conteúdos programáticos, Sistemas de avaliação

3.3. Estrutura da aplicação e multimédia disponíveis na aprendizagem

3.4. Requisitos desejáveis para um sistema multimédia de ensino do design 3D

Capítulo IV: Sistema multimédia para o ensino do design 3D desenvolvido

4.1. Introdução

4.2. Plataforma de desenvolvimento utilizada

4.3. Contextos de ensino aos quais o sistema se aplica

4.4. Público-alvo ao qual o sistema se destina

4.5. Conteúdos programáticos abordados

4.6. Estrutura da aplicação e multimédia disponíveis

4.7. Sistemas de avaliação utilizados

4.8. Estrutura do sistema

4.9. Interfaces desenvolvidas

Capítulo V: Desenvolvimento de um sistema de avaliação para o sistema multimédia desenvolvido: Testes, Resultados e Conclusões

5.1. Introdução

5.2. Escolha dos métodos de usabilidade e de implementação do teste

5.3. Identificação das questões práticas e elaboração do teste de usabilidade

5.3.1. Questões do teste e sua classificação

5.3.2. Teste desenvolvido

5.4. Resultados obtidos

5.5. Análise dos resultados obtidos

5.6. Algumas conclusões dos resultados obtidos

Capítulo VI: Conclusões e perspectivas de trabalho futuro

6.1. Conclusões Finais

6.2. Perspectivas de trabalho futuro

Capítulo II

Sistemas Multimédia de Ensino

2.1. Evolução histórica do ensino computadorizado

A utilização de computadores como ferramenta de ensino foi utilizada pela primeira vez nos anos 60, pela Universidade de Stanford [Hunter, 1992]. Com os anos 70 e 80, apareceram os sistemas de conferência via computador e os ambientes académicos de ensino computadorizado, respectivamente [Harasim et al, 1995]. No entanto, a verdadeira revolução ao nível das Aprendizagens Colaborativas Assistidas por Computador deu-se nos anos 90, com o advento da Internet [Berners-Lee, 1996; Quellet, 1998]. Com efeito, foi nesta década que as primeiras aplicações de ensino *online* apareceram [Peled, 2000], acabando por influenciar as editoras de livros escolares e os próprios professores, que passaram a ser muito mais exigentes ao nível da variedade de materiais disponíveis, procurando-os muitas vezes na Internet [Antonucci e Cronin, 2001].

A Internet trouxe inegáveis apoios ao ensino, não só por permitir que professores e alunos acessem ilimitadamente a informações adicionais acerca das suas matérias de estudo [Jefferies e Hussain, 1998], mas também por disponibilizar os *virtual learning environments* (VLEs), concebidos de forma centrada no aluno e na sua aprendizagem, a fim de garantir um maior sucesso [Stiles, 2000].

Deu-se, assim, uma massificação dos ambientes multimédia, que formam um conjunto de ferramentas computacionais didácticas interactivas e incluem *chats*, quadros de informação assíncronos e pacotes multimédia interactivos convencionais baseados em texto, som, gráficos e vídeo digital [Evans e Fan, 2002].

Uma vez que o avanço das tecnologias electrónicas e informáticas é indissociável do sucesso do *e-learning* [Kramer, 2000], o desenvolvimento e crescimento exponencial da utilização de ferramentas multimédia constituíram o primeiro passo para a massificação do mesmo.

Hoje em dia o *e-learning* já é uma ferramenta de ensino institucionalizada em muitas escolas mundiais. No entanto, estamos longe ainda de atingir uma democratização mundial igualitária do mesmo, dados os seus custos, quer em termos económicos, quer em termos de desenvolvimento tecnológico geral e de custos de implementação ainda não fáceis de amortizar. Apesar disso, o *e-learning* é já uma

ferramenta de ensino a que os países mais civilizados não poderão renunciar nos próximos anos, dadas a suas inúmeras vantagens.

2.2. Ensino computadorizado e o novo paradigma educacional construtivista

Associada aos novos métodos de ensino proporcionados pelo *e-learning*, está uma mudança cultural significativa [Mangan, 2001]. Os modelos de aprendizagem construtivistas – em que a construção do conhecimento é um processo dinâmico que requer a participação activa do aluno – passam a assumir um papel cada vez mais preponderante no ensino [Trondsen e Vickery, 1998]. Há, pois, uma mudança cultural na educação de um ensino centrado no professor para um ensino centrado no aluno [Jefferies e Hussain, 1998].

A era da informação em que nos encontramos inseridos é caracterizada pela existência de construções e reconstruções do conhecimento cada vez mais rápidas, pelo que faz cada vez menos sentido ensinar um conjunto de factos organizados de forma estática. Isto ganha ainda mais força pelo facto de, hoje em dia, as nossas competências e o nosso conhecimento precisarem de actualizações constantes para acompanhar a evolução ao nível do conhecimento e da tecnologia da sociedade [Gunasekaran et al., 2002]. Assim, o ensino beneficia em ser baseado na existência de múltiplas fontes de informação que os alunos possam consultar consoante os seus conhecimentos prévios e necessidades.

Isto levanta várias questões de extrema relevância no que diz respeito ao papel dos intervenientes nos processos de ensino e aprendizagem. De facto, dadas as suas características amplamente diferenciadoras do ensino tradicional, o *e-learning* implica uma reavaliação e conseqüente adaptação dos papéis de professores e alunos.

Assim, os docentes têm que adoptar novas abordagens pedagógicas [Dearing, 1997], criando ambientes de aprendizagem efectivos que facilitem a experiência de aprendizagem. O professor não deixa de ter um lugar essencial nos processos de ensino construtivistas fomentados pelo *e-learning*. Com efeito, alguns estudos demonstram que neste tipo de ensino os alunos tendem a esperar que os professores estejam sempre disponíveis [Jefferies e Hussain, 1998]. O estudo "The 'INCOTERMS' challenge: using multi-media to engage learners" veio acentuar esta ideia, uma vez

que [Holley e Haynes, 2003] concluíram que cerca de um quarto dos estudantes a tempo inteiro não teriam acedido ao *site* em estudo se não tivessem tido ajuda, o que confere ainda um grande valor ao papel tradicional do professor. Ainda este respeito do papel do professor no *e-learning*, [Cronje e Joubert, 2001] concluíram, no seu estudo "How useful is peer-produced multimedia teaching material?", que as expectativas dos alunos face ao professor residiam também no controle da qualidade dos materiais disponibilizados.

Por outro lado, este novo paradigma que se gera em volta do *e-learning* tem também origem no facto de ele permitir uma democratização das Aprendizagens Colaborativas Assistidas por Computador. O Ensino à Distância é um exemplo disso, uma vez que facilita o acesso ao conhecimento àqueles a quem de outra forma seria negado, como por exemplo pessoas empregadas em *part-times* ou a viver em comunidades rurais remotas [Furnell et al., 1998].

Tendo havido, nos últimos anos, uma explosão no número de adultos à procura de educação superior [Antonucci e Cronin, 2001], bem como um aumento considerável no acesso aos computadores pessoais, em casa ou no emprego, e à Internet [Gunasekaran et al., 2002], os professores percebem agora que a Internet representa uma fonte de informação a que nem eles nem os estudantes podem ignorar. Note-se que o ensino baseado na Internet está a ter um impacto na educação bastante maior do que os computadores tiveram, na generalidade, nos últimos anos [Jefferies e Hussain, 1998]. Um bom exemplo disso é uma pequena Universidade de Hong Kong, que alberga milhares de estudantes em todo mundo através de cursos de *e-learning* e ensino à distância, competindo com as mais sólidas e famosas universidades [Blumenstyk, 1998]. Nos E.U.A., o tremendo crescimento verificado pela *Internet University* e pela *Western Governors University* através do *e-learning* são outro exemplo da preponderância que o *e-learning* assume no panorama do ensino mundial [Blumenstyk, 1998; Kaplan, 1997]. O mundo académico em geral reconhece, pois, que o *e-learning* tem o poder de transformar o panorama do ensino ao nível não só do conhecimento, mas também das ferramentas, técnicas e performances [Henry, 2001].

A comunicação, o trabalho em equipa, a resolução de problemas e as capacidades críticas e criativas são, em geral, cada vez mais importantes na sociedade da informação. Por esse motivo, o construtivismo tem tomado um papel cada vez mais relevante no ensino, que privilegia agora as capacidades e os processos mentais dos

alunos e não tanto a memória. É neste âmbito que o *e-learning* tem assumido grande utilidade e preponderância.

2.3. Requisitos usuais no desenvolvimento de aplicações multimédia de ensino

2.3.1. Estruturação dos conteúdos e dos sistemas multimédia de ensino e métodos de avaliação

A construção de aplicações multimédia educacionais bem pensadas e estruturadas pode evitar muitas falhas nos processos de aprendizagem. A necessidade de produtos bem desenhados do ponto de vista educacional prende-se, em larga medida, com o objectivo de conferir-lhes uma qualidade equiparável à dos sistemas educacionais tradicionais [Gunasekaran et al., 2002], mas beneficiando das potencialidades dos novos meios electrónicos. É necessária, pois, uma distinção entre as duas estratégias educacionais, de forma a tirar o maior partido possível de cada uma delas e a usá-las com sucesso de forma complementar.

Diversos estudos sugerem, por outro lado, que o uso de computadores (massificado pelo acesso à Internet) não está, por si só, na base de melhorias em termos de aprendizagem [adaptado de Reynolds et al., 2003]. Por esse motivo, a organização lógica dos conteúdos relativos às actividades propostas pelos professores envolvendo o uso da Internet é essencial.

A organização lógica dos conteúdos das aplicações e dos sistemas multimédia deve, por isso, traduzir-se em organizações físicas bem estruturadas. A necessidade de simplicidade e clareza nas aplicações multimédia educacionais é sempre premente, devendo ser respeitados os princípios relacionados com a ergonomia das aplicações multimédia, os quais resultam de estudo, experiência e testes realizados ao longo dos tempos. Torna-se essencial a criação de interfaces usáveis e acessíveis para garantir níveis óptimos de utilização e de satisfação em relação aos sistemas multimédia.

2.3.2. Ergonomia dos sistemas multimédia

Vários estudos têm vindo a demonstrar a importância de princípios que auxiliam a produção de aplicações no sentido de maximizar a eficiência das mesmas, procurando aumentar a funcionalidade e a estruturação das aplicações desenvolvidas. Isto é especialmente importante nas sociedades actuais, em que a quantidade de informação veiculada por sistemas multimédia cresce fortemente de dia para dia.

Através desses estudos, foram feitas várias enumerações de princípios relacionados com a ergonomia dos sistemas multimédia com o objectivo de otimizar a utilização dos mesmos e, assim, a transmissão das mensagens pretendidas.

Sem estar em causa a discussão de cada um dos princípios em si, previamente estudados e comprovados em contextos práticos pelos seus investigadores, parece pertinente uma sistematização dos mais importantes princípios ergonómicos para aplicações multimédia, que partem sempre de uma área multidisciplinar usualmente denominada Design de Interação.

O Design de Interação consiste no design de espaços e suportes para a comunicação e a interação humanas [Winograd, 1997], abrangendo conhecimentos de múltiplas áreas, como algumas disciplinas académicas (Psicologia, Informática, Ciências da Computação, Ciências Sociais, Engenharia, Ergonomia, etc.), campos interdisciplinares (Interação homem/máquina, Engenharia Cognitiva, Ergonomia Cognitiva, Sistemas de Informação e Design, por exemplo) e, como não podia deixar de ser, a prática do Design.

A obtenção de resultados óptimos no campo do Design de Interação implica, pois, a existência de equipas multidisciplinares [MacDonald, 2000]. Cada elemento contribui com o seu conhecimento específico e as suas ideias próprias, trabalhando para desenvolver aplicações de uso eficaz, eficiente, seguro, útil, fácil de aprender e fácil de recordar. Trabalham, pois, o conceito de usabilidade, que reflecte a necessidade de ter em atenção quem são os utilizadores, quais são as suas necessidades e expectativas, que acções irão desempenhar e onde procurarão a interação.

Assim, os sistemas baseiam-se em métodos experimentados e testados (*user-based*) para ir ao encontro dos objectivos do utilizador, dando-lhe uma oportunidade de se envolver no processo de criação das aplicações. Não limitando a subjectividade

da estética ou a liberdade criativa, a experiência prática permite identificar e evitar problemas objectivos de utilização. Desta forma, torna-se mais fácil garantir experiências satisfatórias, agradáveis e motivadoras.

a) Os sete estados de acção segundo Norman

Para desenvolver interfaces adequadamente usáveis, é necessário compreender os mecanismos de acção do utilizador. Para tal, Donald Norman [Norman, 1988] definiu um conjunto de etapas por que cada utilizador passa em cada acção para levar a cabo uma dada tarefa numa aplicação. As etapas são as seguintes:

1. formar o objectivo;
2. formular hipóteses de acção;
3. especificar uma acção;
4. executar a acção;
5. perceber o resultado no seu contexto;
6. interpretar o resultado;
7. validar o resultado.

Assim, num sistema multimédia interactivo todas as acções têm inerente um ciclo de estados que começa com um determinado objectivo na mente do utilizador. Para atingir esse objectivo, o utilizador vai pensar numa forma de cumpri-lo. Leva, então, a cabo a acção que pensa ser a mais indicada para cumprir o objectivo. A acção é executada e o utilizador tem um conjunto de percepções acerca dos seus efeitos, que interpreta e avalia. Na sequência da validação dos resultados obtidos, surgirá muito provavelmente um novo objectivo, que fará iniciar um novo ciclo de acção.

Durante este processo, é frequente que haja uma diferença entre as intenções do utilizador (etapa 2.) e as acções possíveis no sistema (etapa 3.). A essa diferença, Norman chamou "golfo de execução". Para superar este "golfo", é necessário projectar o sistema de modo a que envie mensagens claras sobre o seu possível uso nos mais diversos contextos, sobre as suas acções e sobre as suas funções.

Existe também, na utilização de um sistema, um esforço por parte do utilizador para interpretar o estado físico do mesmo depois da execução da acção (etapa 6.) e avaliar até que ponto corresponde ao objectivo inicial (etapa 7.). Esta situação denomina-se "golfo da avaliação", cujos efeitos é necessário minimizar projectando o

sistema de modo a que envie mensagens facilmente interpretáveis sobre o seu estado após a acção sobre ele.

O “golfo de execução” e o “golfo de avaliação” relembram a importância de projectar os sistemas de modo a que ajudem o utilizador, de forma simples, a superar as eventuais dificuldades existentes na sua utilização.

Para isso, é necessário que em cada um dos estados o sistema apresente um bom modelo conceptual, baseado em bons mapeamentos, retornos (*feedbacks*) e outras heurísticas de usabilidade indicadas a seguir.

b) Heurísticas relevantes de usabilidade

As mais relevantes heurísticas de usabilidade compreendem:

Visibilidade

É muito importante destacar os elementos mais relevantes de uma aplicação multimédia, tornando-os mais facilmente visíveis. Desta forma, o utilizador poupa tempo e paciência a tentar descobrir o que pode ou deve fazer.

Um grafismo claro e o destaque de todos os elementos accionáveis são dois aspectos que contribuem para uma boa visibilidade numa aplicação.

Retorno

Cada vez que o utilizador despoleta uma acção, é necessário que o sistema lhe forneça informações (*feedback*) acerca do estado da acção, nomeadamente através do destaque visual ou sonoro, nas suas mais variadas vertentes.

Assim, é importante que, por exemplo, os botões alterem o seu estado depois de serem pressionados e que os conteúdos mais pesados sejam precedidos de sinais adequados indicando ao utilizador o estado da acção que despoletou.

Constrangimentos

Os constrangimentos são restrições às acções que podem ser realizadas num sistema e que, de acordo com a classificação de Norman [Norman, 1999], podem ser físicos, lógicos ou culturais.

As restrições físicas referem-se à maneira como os elementos restringem movimentos e acções físicas, enquanto que as restrições lógicas têm que ver com o senso comum acerca da maneira como os sistemas usuais funcionam. Convém que o design de uma aplicação seja lógica e não ambígua. As restrições culturais têm que ver com convenções fixadas por aprendizagem inerentes a uma ou mais sociedades.

É conveniente que os vários tipos de restrições apontem no mesmo sentido, ajudando a prevenir a selecção de opções incorrectas por parte dos utilizadores.

Consistência

É essencial que um mesmo sistema mantenha uma consistência, quer em termos gráficos, quer em termos de mecanismos de acções. Desta forma, o utilizador não dispensará tanto tempo com a aprendizagem do seu funcionamento. Torna-se menor a probabilidade de o utilizador errar e, portanto, mais satisfatória é a utilização do sistema.

Há ainda situações de consistência externa, em que vários sistemas apresentam mecanismos de funcionamento idênticos, como se passa nos diferentes programas computacionais de uma mesma empresa.

Disponibilidade

As características indicativas da disponibilidade dos objectos (*affordances*) são as propriedades que nos permitem perceber qual o seu uso prático, como por exemplo, o botão do rato que convida a carregar ou o puxador de uma porta que indica a sua utilização para alterar o seu estado.

O termo *affordances* foi utilizado por Norman [Norman, 1988] para discutir o design dos objectos do dia-a-dia, passando depois a ser utilizado no design de interacção. Nas interfaces, as *affordances* não são físicas, mas antes percebidas, estando presentes numa barra de deslizamento (*scrollbar*) ou num botão accionável, por exemplo. Quanto mais bem conseguidas forem essas *affordances* em termos de design, mais fácil será para o utilizador perceber onde e como deverá exercer a acção em causa.

Mapeamento

Se, por exemplo, num fogão, os botões estiverem em posições trocadas relativamente aos discos, o utilizador confundir-se-á e despenderá mais tempo a trabalhar sem erros com o sistema. Da mesma forma, se um bom mapeamento numa aplicação não for garantido, o tempo de aprendizagem da mesma será maior. É, pois, importante que o utilizador perceba a que acção corresponde cada elemento accionável, o que se garante através de um bom mapeamento.

Um mapeamento é a relação entre os elementos de controlo, os seus movimentos e os seus resultados, tirando partido de analogias com o mundo real e de convenções culturais.

Cor

A cor é utilizada quer para realçar elementos quer para transmitir sensações, ideias e simbolismo. Pode também ser usada para manter uma coerência ou para hierarquizar informação, embora não deva ser o único elemento gráfico com essas funções.

Contudo, o seu uso deve ser prudente. É sabido que, num só relance, o olhar humano capta apenas cerca de cinco cores distintas, dependendo do design. Por esse motivo, o número de cores utilizadas numa mesma interface deve ser limitado.

Por outro lado, as combinações de cores devem ser cuidadas, preferindo as cores quentes para os objectos a destacar, as frias para o fundo e os cinzentos para os elementos neutros.

A saturação da cor também deve ser pensada. Cores não saturadas e brilhantes são geralmente percebidas como profissionais e amistosas e cores não saturadas e escuras também como profissionais mas mais sérias. Cores saturadas são percebidas como mais dinâmicas e excitantes. Por esse motivo, as cores saturadas devem ser usadas para atrair a atenção e as cores não saturadas quando a performance e eficiência forem prioridade.

Agrupamento de informação (*chunking*)

Para o utilizador, torna-se muito mais fácil ler texto que se encontra disposto por blocos, de acordo com os itens lógicos a que se referem. Da mesma forma,

escrever números de telefone agrupando os algarismos em blocos torna mais fácil a leitura, a compreensão e a memorização do texto pelos utilizadores.

Proximidade

Do mesmo modo, os elementos devem ser agrupados, por proximidade física, de acordo com os seus significados e com a secção lógica que integram.

Efeito estética/usabilidade

O sucesso de um sistema multimédia é indissociável do seu efeito estética/usabilidade. Com efeito, um sistema em que esta dicotomia seja garantida torna-se simultaneamente mais fácil e mais agradável de usar.

Às regras de usabilidade convém estar sempre associado um design agradável e atractivo. Desta forma, a tolerância do utilizador será maior face a erros do sistema e a sua criatividade na resolução de problemas aumentará.

Sistemas de ajuda

É conveniente cada sistema apresente um conjunto de funções de ajuda ao utilizador, que possa ser activado a seu pedido ou a partir do sistema. Dessa forma, o utilizador poderá esclarecer dúvidas e otimizar a sua utilização do sistema.

c) Princípios de design de interfaces homem/máquina

Tal como as heurísticas de usabilidade, os princípios de design de interfaces homem/máquina constituem abstrações generalizáveis acerca de diferentes aspectos do Design de Interação, guiando a construção de sistemas suportados por meios electrónicos. Os mais relevantes são:

Velocidade

A velocidade com que os conteúdos se tornam acessíveis é fundamental para o sucesso de um sistema multimédia, uma vez que acessos muito lentos fazem desesperar os utilizadores, que facilmente desistem de consultar os conteúdos ou se tornam menos tolerantes com eventuais falhas na ergonomia da aplicação.

A importância da velocidade adquire ainda mais força quando o sistema é informativo, em que o utilizador não quer perder tempo, apenas ser informado.

Ligações quebradas/inexistentes

Ligações quebradas (*broken links*, ou *dangling links*) são hiperligações a recursos que não existem ou que por algum motivo não se encontram disponíveis.

Constituem, portanto, outro aspecto que desmotiva consideravelmente os utilizadores pois não conseguem aceder à informação que desejam.

Deslizamento da informação

Geralmente a barra de deslizamento (*scrolling*) é pouco utilizada, pois os utilizadores têm tendência para considerar apenas os conteúdos que aparecem assim que a aplicação é aberta.

Por este motivo, convém construir sempre interfaces do tamanho do monitor ou, quando isto não for possível, colocar os conteúdos mais importantes na parte imediatamente visível. Ao nível do desenho (*layout*), é também importante ter em atenção que as linhas horizontais sugerem o fim do elemento.

Os *sites* informativos e os *blogs* são exemplos de sistemas em que é quase impossível não usar as barras de deslizamento. Nestes casos, é uma boa solução colocar ligações para todos os conteúdos na parte visível, em vez de fazer uma simples distribuição dos conteúdos pela página.

Leitura rápida vs. cuidada

Dado que a maior parte dos utilizadores não lê cuidadosamente “palavra por palavra” as páginas das aplicações (*read*), fazendo apenas uma leitura rápida (*scan*), é muito importante que as informações estejam bem estruturadas e que os elementos mais importantes sejam evidenciados visualmente.

Número de ligações/cores

Este princípio está relacionado com o anterior (Leitura rápida vs. cuidada). Com efeito, se uma aplicação estiver repleta de ligações, o ruído visual é maior e a leitura rápida é dificultada, bem como a navegação.

O mesmo acontece com as cores. Não convém sobrecarregar as interfaces de cores, sob pena de desvalorizar todos os conteúdos, em vez de realçá-los.

Nos sistemas em que a quantidade de informação é elevada, como nos motores de busca, portais e *sites* de órgãos de comunicação social, há que ter especial cuidado com a sobrecarga de hiperligações e de cores.

Meta-informações, pesquisa e títulos

Para que o utilizador tenha sempre informação de onde está e que tipo de conteúdos tem disponíveis, convém fazer sempre um bom uso das meta-informações, bem como intitular devidamente cada página de interface.

Frequentemente, o utilizador chega ao sistema através de um motor de busca (no caso de aplicações *web*). Por esse motivo, é conveniente que cada página seja devidamente descrita e contextualizada por meta-informações adequadas.

Uma possibilidade de pesquisa dentro do sistema ajuda também o utilizador a encontrar mais facilmente a informação a que deseja aceder.

Ligações internas

Acontece frequentemente clicar-se numa hiperligação que pensamos ligar a conteúdos internos ao sistema em questão e aceder-se a um recurso externo, ou vice-versa. Isso baralha o utilizador, defraudando as suas expectativas. Convém, pois, ter especial atenção na forma como se sinalizam as ligações.

URL como parte da interface

A terminologia dos *URL* é fundamental não só para determinar a facilidade com que o utilizador os memoriza ou calcula como serão quando não os conhece, mas também para dar a entender a estrutura e o modelo conceptual do sistema.

URL curtos, com domínios fáceis de recordar, nomes significativos e fáceis para digitar ajudam a sua memorização e contribuem também para o sucesso de um sistema multimédia *online*.

Degradação/desactualização

A maior parte dos utilizadores não tem a mais recente versão de *browsers* e de outros *softwares* existentes no mercado, pelo que, a maior parte das vezes, é mais

acertado não forçar os utilizadores a terem as versões mais actuais para acederem aos sistemas multimédia, sob pena de um muito menor número de utilizadores os consultar.

Uma forma de minimizar as consequências de ter as mais recentes versões é a de disponibilizar nas próprias aplicações ligações para actualizar os *softwares* a usar, embora nem sempre os utilizadores tenham disposição ou à vontade para fazer essas actualizações.

d) Princípios de navegação

O uso de uma aplicação não existe sem navegação e uma navegação eficaz não existe sem orientação. Por esse motivo, o utilizador deve ter sempre ao seu dispor elementos que lhe permitam saber em que ponto da aplicação se encontra, para onde pode ir, como pode lá chegar e como pode voltar a um ponto anterior.

Para essa orientação, concorrem alguns princípios de navegação enumerados por vários autores [Fleming, 1998] e que pretendem guiar o produtor de aplicações na construção de um produto o mais fácil possível de navegar. Aqui se destacam os mais importantes desses princípios.

Facilidade de aprendizagem

A curva de aprendizagem a percorrer pelo utilizador no contacto com cada aplicação deve ser sempre o mais curta possível, especialmente em páginas *web*. Em motores de busca e *sites* informativos, onde a pesquisa imediata de informação é o principal objectivo, essa aprendizagem deve ser ainda mais rápida, ao passo que em *sites* considerados de entretenimento a curva pode alongar-se ligeiramente.

Os mecanismos de navegação devem, pois, ser constantes ao longo de uma mesma aplicação, poupando tempo ao utilizador na descoberta do funcionamento das suas componentes.

Coerência

A coerência é um princípio de navegação muito importante, dado que ajuda a manter um sentido de estabilidade e previsibilidade fundamentais para o sucesso de

uma aplicação. Ela está, pois, intimamente relacionada com a facilidade de aprendizagem e com outros princípios de navegação.

A cor, os tipos, os grafismos, o bom mapeamento e os mecanismos de acção são, entre outros, elementos fundamentais no estabelecimento de uma coerência ao longo de uma aplicação.

Retorno

Como já referido, o retorno (*feedback*) permite ao utilizador saber se as acções que executou estão a ser executadas ou não. Quando não existe retorno, o processo de navegação enche-se de dúvidas e o utilizador depressa se cansa da aplicação.

Tirar partido do contexto

O meio electrónico tem potencialidades específicas, como a não linearidade, que não devem ser sub-aproveitadas.

Assim, deve haver uma navegação fácil, agradável e baseada em hiperligações em vez de uma disponibilização dos conteúdos de forma corrida numa mesma janela, por exemplo. Da mesma forma, nunca deve partir-se de um percurso de utilização pré-estabelecido na criação de uma aplicação.

Proposta de alternativas

É muito importante que, em cada aplicação, o utilizador tenha o maior número possível de alternativas de navegação e tecnológicas, para que possa tirar o maior partido possível da sua experiência.

Os suportes para *browsers* e versões de programas antigos, os mapas de *site*, os percursos alternativos, a possibilidade de ajuste do tamanho das janelas de visualização e a possibilidade de ligar ou desligar o som são, entre outras, possibilidades de escolha bastante úteis e apreciadas em aplicações multimédia.

Economia de acções e tempos

A economia de acções e tempos é algo de fundamental num sistema multimédia, pois está provado que os utilizadores são cada vez mais exigentes em termos de rapidez de acesso aos conteúdos, optando sempre por aplicações mais rápidas.

Na maior parte dos casos, a existência de níveis e subníveis de acções é, por isso, dispensável. A organização dos conteúdos sob esta forma aumenta o tempo de navegação e, conseqüentemente, faz diminuir desnecessariamente o interesse do utilizador.

Claras mensagens visuais

Todos os elementos visuais de uma aplicação trabalham em conjunto para formar uma série de mensagens visuais, que influenciam a visão que o utilizador tem da mesma. Convém, portanto, que essas mensagens sejam claras.

A organização hierárquica dos conteúdos, a existência de espaço livre e o destaque visual dos elementos são fundamentais. Um design minimalista que privilegie os conteúdos pode, portanto, ser uma boa aposta para a clareza de um sistema multimédia.

Etiquetas claras e compreensivas

É fundamental que os elementos visuais de uma aplicação, sobretudo os accionáveis, estejam etiquetados com terminologias adequadas para uma melhor orientação do utilizador durante a navegação.

Uma das soluções mais eficazes é apresentar um menu composto por palavras, com indicações claras sobre as acções e efeitos de cada item.

Coerência com os objectivos da aplicação

O design de um sistema multimédia deve ser adequado à sua tipologia. Sistemas destinados a entretenimento, identidade corporativa, comerciais, comunitários, de ensino ou de informação têm, pois, objectivos bastante distintos. Por isso, devem ser concebidos e concretizados de formas distintas e adequadas, compreendendo mecanismos de navegação que reforcem o sentido da aplicação em causa.

Suporte de objectivos e comportamentos do utilizador

Cada aplicação deve suportar os objectivos mais apropriados e os comportamentos mais comuns dos utilizadores.

Devem, pois, realizar-se pesquisas com amostras de população significativas, entrevistas e testes de usabilidade nas várias etapas do processo de design da aplicação. Desta forma, poderá ter-se uma ideia do que o utilizador pensa, o que deseja e como age, podendo adequar melhor o sistema ao público-alvo.

e) Testes de avaliação de usabilidade

Os testes de avaliação de usabilidade permitem aos produtores de sistemas a obtenção de conclusões acerca dos aspectos que serão necessários alterar a fim de uma melhor utilização dos mesmos.

Através dos testes de usabilidade, produtores de sistemas e utilizadores envolvem-se num processo de criatividade colectiva [Sanders, 2001], que resulta numa inovação bastante útil a nível da utilização dos sistemas, tornando-os mais centrados nos utilizadores.

Com base neste tipo de testes, os produtores levarão a cabo as alterações necessárias, após as quais deverá ser feito novo teste de usabilidade a fim de progredir no ciclo de desenvolvimento do sistema. Desta forma, obtêm-se melhores condições de usabilidade e de funcionalidade, cumprindo-se de forma mais eficaz os objectivos da aplicação.

A experiência profissional dita que quanto mais tarde forem realizados estes testes no processo de desenvolvimento de um sistema, maiores são os custos económicos e temporais das alterações. Por esse motivo, os testes não devem ser efectuados quando o desenvolvimento do produto estiver completo. Deve, antes, levar-se a cabo um desenvolvimento iterativo do produto, recorrendo-se a protótipos sucessivos, que vão sendo alterados consoante as necessidades inferidas pela utilização prática dos mesmos durante os testes.

Existem fundamentalmente três classes de testes de avaliação de usabilidade, que se apresentam a seguir. Para um mesmo sistema, é possível (e, muitas vezes, conveniente) a realização de mais do que um tipo de testes.

Inquérito de usabilidade

Através de entrevistas, inquéritos ou observação do uso do sistema, são obtidas informações acerca das necessidades dos utilizadores, da sua compreensão do sistema e dos aspectos agradáveis e desagradáveis do mesmo.

Exame de usabilidade

Especialistas em usabilidade, profissionais ligados ao desenvolvimento de sistemas ou utilizadores examinam a usabilidade através de várias heurísticas e princípios atrás referidos.

Teste de usabilidade

Os testes de usabilidade são levados a cabo em ambientes controlados (como laboratórios de usabilidade), onde uma amostra significativa de utilizadores utiliza individualmente o sistema seguindo tarefas pré-determinadas. Especialistas em usabilidade observam as suas acções sem intervir, recolhendo dados que posteriormente analisarão para obter conclusões acerca da usabilidade do sistema.

2.4. Exemplos de aplicações multimédia de ensino e plataformas de desenvolvimento

2.4.1. Aplicações multimédia

As aplicações multimédia são apresentações concorrentes de múltiplos meios – som, texto, imagens (estáticas/animadas), gráficos, vídeos, etc. – sendo, pois, um meio de enorme potencial ao permitir: a interactividade (o controlo dos elementos informacionais pelo utilizador, que despoleta eventos, por exemplo, através de simples cliques); a inexistência de linearidade e, portanto, de determinismo no percurso de leitura das mensagens; a apresentação de grandes blocos de informação de forma simples e eficaz; e o enriquecimento dos media tradicionais.

Para além da suprema vantagem de combinar muitos tipos de diferentes media, o grande virtuosismo do multimédia consiste no facto de o utilizador não receber a

informação passivamente. O utilizador tem, então, uma maior satisfação ao receber a informação através do multimédia, pelo que este pode ser um dos instrumentos educativos mais poderosos já inventados, bem como a forma última de entretenimento.

Relacionada com a interactividade do multimédia, está a associação do mesmo a um passeio labirintico, em que o utilizador é dinâmico ao estabelecer relações com os diferentes caminhos [Leão, 2002]. Note-se que a interactividade e a não-linearidade não é característica exclusiva do multimédia; ela já existia, em termos metafóricos, nas obras lineares, mas o que acontece com o multimédia é que é exactamente a interactividade que proporciona o momento de fruição do utilizador e, portanto, que justifica a existência da obra.

Pierre Lévy [Lévy, 2000] propõe o termo unimédia para o que é usualmente designado por multimédia: a integração de diversos meios num único suporte (geralmente com elevado grau de interactividade). Assim, para este autor o multimédia consiste em várias abordagens simultâneas de um mesmo tema em diversos meios. É o caso dos videojogos que depois são também apresentados noutros meios, como no cinema, por exemplo.

Uma das áreas que muito beneficia com a emergência e o desenvolvimento do unimédia é o design. Face às novas características do unimédia, surge a necessidade de repensar e redefinir o design. Trata-se, pois, de conhecer as possibilidades técnicas e as limitações dos suportes multimédia e articulá-los com o design. Desta forma, poder-se-ão construir aplicações multimédia atractivas e de boa usabilidade.

Alguns exemplos de aplicações multimédia são as páginas *web*, os *weblogs*, os tutoriais online e os vídeo-tutoriais, os *CD-ROMs* e os *DVDs* interactivos, os *e-mails*, os *chats*, os fóruns de discussão, as comunidades *peer-to-peer*, os *webquests* [Castro e Tavares, 2005], as vídeo-conferências, as animações, a infografia digital, os jogos de computador didácticos e todo o tipo de *software* educativo.

2.4.2. Plataformas de desenvolvimento de sistemas multimédia

A partir de aplicações multimédia podem constituir-se sistemas multimédia, disponíveis em vários suportes, como *CD-ROM*, *DVD* ou Internet.

Uma plataforma de desenvolvimento de sistemas multimédia deve suportar o máximo de tipos de aplicações possível, para que o professor/formador possa fazer uma escolha a mais adequada possível aos seus objectivos, público-alvo e conteúdos. Isto não significa, no entanto, que se deva utilizar todos os recursos possíveis. Está provado que, em 90% dos produtos computacionais, apenas 10% das suas funções são usadas [Potosnak, 1990]. É necessário fazer um estudo cuidadoso das necessidades do público-alvo para melhor escolher as funcionalidades de que o utilizador deverá dispor ao interagir com o sistema.

Existem plataformas, como a *e-educativa* (<http://www.e-educativa.com>), em que as plataformas constituem modelos (*templates*), a partir dos quais se pode configurar as opções pretendidas e mais adequadas para o sistema em causa. Assim, pode-se por exemplo, alterar o idioma em que o sistema transmite informações ao utilizador. Podem existir também diferentes níveis de utilizadores, bem como dar oportunidade a cada utilizador de guardar os seus dados e configurações pessoais dentro da plataforma. Note-se que uma boa plataforma de desenvolvimento deve permitir a construção de aplicações facilmente adaptáveis, actualizáveis e modulares.

Uma selecção adequada revelará a existência de plataformas interessantes, com interfaces dotadas de boa usabilidade e centradas no aluno. Nesta fase do projecto, identificaram-se já algumas dessas plataformas:

- *WebCT* (<http://webct.up.pt>);
- *LUVIT* (<http://elearning.up.pt/Lrcportal/frmStart.asp>)
- *Wordcircle course management for teachers and students* (<http://www.ptdeveloper.net>);
- *Moodle* (<http://nautilus.fis.uc.pt/moodle>);
- *e-educativa* (<http://www.e-educativa.com>);

As características e funcionalidades destas plataformas estão actualmente em estudo, para uma posterior escolha cuidada da plataforma de desenvolvimento a usar na criação do sistema multimédia para o ensino do Design 3D.

Conclusões e Tarefas Futuras

Ao longo deste trabalho verificaram-se as inúmeras vantagens da utilização de sistemas multimédia no ensino. Tais sistemas devem obedecer a certos requisitos de desenho e implementação de forma a serem adequados ao ensino, tais requisitos foram também identificados e estudados.

Actualmente existem várias plataformas computacionais para o desenvolvimento de sistemas multimédia de ensino, tendo sido já identificadas alguns destes produtos.

Em resumo, com este trabalho foi possível verificar que não são ainda comuns sistemas multimédia adequados para o ensino 3D, tal justifica a concretização do projecto de Dissertação previsto.

Como tarefas imediatas do projecto de Dissertação, destacam-se: identificar as características desejáveis de um sistema multimédia para o ensino do Design 3D e selecção da plataforma computacional de desenvolvimento. Posteriormente, o sistema será desenvolvido e avaliado.

Bibliografia

- [Antonucci e Cronin, 2001] - Antonucci, Cronin, 2001. In: Gunasekaran, A., McNeil, R.D., Shaul, D., 2002. *E-learning: research and applications*, In: Industrial and Commercial Training, vol.34, No.2.
- [Berners-Lee, 1996] - Berners-Lee, T., In: Peled, A., 2000. *Bringing the Internet and multimedia revolution to the classroom*, Campus-Wide Information Systems, vol.17, No.1.
- [Blumenstyk, 1998] - Blumenstyk, G., In: Peled, A., 2000. *Bringing the Internet and multimedia revolution to the classroom*, Campus-Wide Information Systems, vol.17, No.1.
- [Castro e Tavares, 2005] - Castro, J., Tavares, J., 2005. *Webquest: um instrumento didáctico inovador*, Encontro Nacional de Visualização Científica 2005, Espinho, Portugal.
- [Cronje e Joubert, 2001] - Cronje, J., Joubert, T.H., 2001. *How useful is peer-produced multimedia teaching material?*, Campus-Wide Information Systems, vol.18, No.5.
- [Dearing, 1997] - Dearing, R., In: Holley, D., Haynes, R., 2003. *The "INCOTERMS" challenge: using multi-media to engage learners*, Education + Training, vol.45, No.7.
- [Evans e Fan, 2002] - Evans, C. e Fan, J.P., 2002. *Lifelong learning through the Virtual University*, Campus-Wide Information Systems, vol.19, No.4.
- [Fleming, 1998] - Fleming, J., 1998. *Web Navigation: Designing the User Experience*, O'Reilly & Associates, Inc., Sebastopol, CA.
- [Furnell et al., 1998] - Furnell, S.M., Onions, P.D., Bleimann, U., Gojny, U., Knahl, M., Roder, H.F., Sanders, P.W., In: Gunasekaran, A., McNeil, R.D., Shaul, D., 2002. *E-learning: research and applications*, In: Industrial and Commercial Training, vol.34, No.2.
- [Gunasekaran et al., 2002] - Gunasekaran, A., McNeil, R.D., Shaul, D., 2002. *E-learning: research and applications*, In: Industrial and Commercial Training, vol.34, No.2.
- [Harasim et al, 1995] - Harasim, L., Hiltz, S.R., Telese, L., Turoff, M., In: Peled, A., 2000. *Bringing the Internet and multimedia revolution to the classroom*, Campus-Wide Information Systems, vol.17, No.1.
- [Henry, 2001] - Henry, P., In: Gunasekaran, A., McNeil, R.D., Shaul, D., 2002. *E-learning: research and applications*, In: Industrial and Commercial Training, vol.34, No.2.
- [Holley e Haynes, 2003] - Holley, D., Haynes, R., 2003. *The "INCOTERMS" challenge: using multi-media to engage learners*, Education + Training, vol.45, No.7.
- [Hunter, 1992] - Hunter, B., In: Peled, Alon (2000), *Bringing the Internet and multimedia revolution to the classroom*, Campus-Wide Information Systems, vol.17, No.1.
- [Jefferies e Hussain, 1998] - Jefferies, P. e Hussain, F., 1998. *Using the Internet as a teaching resource*, Education + Training, vol.40, No.8.
- [Kaplan, 1997] - Kaplan, H., In: Peled, A., 2000. *Bringing the Internet and multimedia revolution to the classroom*, Campus-Wide Information Systems, vol.17, No.1.

- [Kramer, 2000] - Kramer, In: Gunasekaran, A., McNeil, R.D., Shaul, D., 2002. *E-learning: research and applications*, In: Industrial and Commercial Training, vol.34, No.2.
- [Leão, 2002] - Leão, L. (org.), 2002. Interlab. Labirintos do Pensamento Contemporâneo, São Paulo, Iluminuras.
- [Lévy, 2000] - Lévy, P., 2000. *Cibercultura*, Instituto Piaget, Lisboa.
- [MacDonald, 2000] - MacDonald, N., 2000. *Designing Interactive Systems 2000: Processes, Practices, Methods and Techniques*, In: LOOP: AIGA Journal of Interaction Design Education, Number 1.
- [Mangan, 2001] - Mangan, In: Gunasekaran, A., McNeil, R.D., Shaul, D., 2002. *E-learning: research and applications*, In: Industrial and Commercial Training, vol.34, No.2.
- [Norman, 1988] - Norman, D., 1988. *The Design of Everyday Things*, Basic Books, Inc., New York.
- [Norman, 1999] - Norman, D., 1999. *Affordance, Conventions and Design*, In: Interactions.
- [Peled, 2000] - Peled, A., 2000. *Bringing the Internet and multimedia revolution to the classroom*, Campus-Wide Information Systems, vol.17, No.1.
- [Potosnak, 1990] - Potosnak, K., 1990. Human factors – pruning your programs' unused functions. IEEE Software, 7(1).
- [Quellette, 1998] - Quellette, T., In: Peled, A., 2000. *Bringing the Internet and multimedia revolution to the classroom*, Campus-Wide Information Systems, vol.17, No.1.
- [Reynolds et al., 2003] - Reynolds, D., Treharne, D., Tripp, H., 2003. *ICT – the hopes and the reality*, In: British Journal of Educational Technology, 34.
- [Sanders, 2001] - Sanders, L., 2001. *Collective Creativity*, In: LOOP: AIGA Journal of Interaction Design Education, Number 3.
- [Stiles, 2000] - Stiles, In: Holley, D., Haynes, R., 2003. *The "INCOTERMS" challenge: using multi-media to engage learners*, Education + Training, vol.45, No.7.
- [Trondsen e Vickery, 1998] - Trondsen, E., Vickery, K., 1998. *Learning on Demand*, Journal of Knowledge Management, vol.1, No.3.
- [Winograd, 1997] - Winograd, T., 1997. *From computing machinery to interaction design*, In: Beyond Calculation: The Next Fifty Years of Computing, Springer-Verlag.