

Viabilização da Análise de Interação em um Software Colaborativo para Modelagem de Objetos 3D

Eduardo Barrére^{1,3}, Ana Luiza Dias² and Claudio Esperança³

¹ Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – Poços de Caldas – Minas Gerais - MG, Brasil

² Departamento de Ciência da Computação – DCC – Universidade Federal de São Carlos – São Carlos - SP, Brasil

³ Laboratório de Computação Gráfica – PESC – COPPE – Universidade Federal do Rio de Janeiro - Rio de Janeiro - RJ, Brasil

barrere@cos.ufrj.br; ana_dias@dc.ufscar.br; esperanc@cos.ufrj.br

Resumo: Vários sistemas permitem a análise de interatividade em aplicações para processamento de transações baseada em WIMPs, mas poucos sistemas permitem esta análise em outros tipos de aplicação. Este artigo apresenta o desenvolvimento do controle da interatividade num sistema para a área de computação gráfica, mais especificamente para modelagem de cenários 3D num ambiente colaborativo. São apresentados os aspectos técnicos deste tipo de sistema e como foi implementado o controle de interatividade.

Keywords: Computer Graphics, Collaborative Interfaces, Interaction Analysis.

1 Introdução

A área de computação gráfica possui aplicações para as subáreas de realidade virtual, modelagem geométrica, visualização científica e animação [1]. Para todas estas aplicações, uma funcionalidade básica é a construção e manipulação de ambientes 3D, também chamados de cenários 3D.

A interação em ambientes 3D é realizada de maneira a atingir objetivos como [2]: efetuar operações de manipulação, seleção de objetos e permitir a navegação no ambiente 3D. Por manipulação entende-se, a tarefa de alterar algum parâmetro de um objeto 3D, acarretando mudança de suas propriedades geométricas (tamanho, rotação, etc.) ou não. Por seleção, entende-se o processo de definir, dentre os objetos presentes em um ambiente 3D, sobre qual deles se deseja operar. A navegação, por sua vez, corresponde ao processo de movimentar o observador no ambiente tridimensional.

A precariedade do *feedback* tátil, a ausência de peso dos objetos, o uso de técnicas de interação inadequadas para realizar a tarefa, entre outros fatores, transformam a simples tarefa de “pegar” e “movimentar” um objeto em uma experiência frustrante para o usuário [3].

Portanto, é importante ressaltar os atributos de usabilidade, segundo Shneiderman, indispensáveis para uma boa interface, como [4]: facilidade de aprendizagem,

eficiência, facilidade de lembrar, erros e satisfação subjetiva; que contribuem para a construção de uma interface refinada e de fácil utilização.

Neste artigo são apresentadas as principais características de um software para modelagem de objetos 3D, quais destas características podem ser utilizadas para a análise de interação e como foi implementada a captação de interatividade no sistema.

2 Trabalhos Relacionados

Alguns trabalhos apresentam um mecanismo para a avaliação de interação do software desenvolvido. Entre eles, podemos citar o VEPersonal [5], que é capaz de apresentar as informações relacionadas a um determinado conteúdo com maior ou menor nível de detalhes em função do perfil do usuário. Trata-se do princípio de que cada usuário pode visualizar o mesmo mundo virtual, mas com diferentes níveis de detalhamento. Para definir o perfil de cada usuário, é preciso captar as informações do usuário quanto a sua interação no sistema.

Dessa forma, essas informações são coletadas tanto por meio de coleta explícita (em que um formulário é apresentado ao usuário para que este possa fornecer informações sobre interesses, necessidades e nível de conhecimento), como por coleta implícita, que ocorre por monitoramento do usuário durante a interação com o sistema, através de dados navegacionais e transacionais (por exemplo: histórico de navegação ou palavras-chave usadas em busca) [6].

Segundo Mrack [7], em seu trabalho de tese de Pós Graduação, a coleta de dados para futuras análises pode ser realizada de outras maneiras, como usando mecanismos nativos de persistência da linguagem que serializa o objeto metamodelo em disco usando APIs da própria linguagem, resultando em um arquivo texto no formato XML. Pode-se também salvar o metamodelo em formato binário. Nesse caso perde-se a característica de portabilidade, mas se ganha em espaço de armazenamento. Outra possibilidade é o uso de *frameworks* de mapeamento objeto relacional. Usando esses *frameworks* é possível salvar o metamodelo em bancos de dados e valer-se de várias características, como suporte a acesso simultâneo, operações transacionais e recuperação baseada em linguagens de consulta, como o SQL.

Tais softwares incorporam mecanismo para a avaliação da interface no próprio código, mas nenhum deles é um software para cenários 3D. Através disso, aumentou-se o desafio para avaliação do software em questão que se enquadra na área de Computação Gráfica.

O software em questão faz a avaliação da interface através de dados captados pela interface do mesmo, através de *Log* e a inibição das formas de interatividade, que é abordado com detalhes posteriormente. O que contribui para a coleta dos dados de interação de forma detalhada, tornando a análise da interface efetiva.

3 Software para Modelagem 3D

Nessa Seção, é descrito o Software de Instanciação de Objetos 3D, chamado de FMI3D (Ferramenta Multi-Interface para Modelagem 3D) [8], vide Figura 1. Esta

ferramenta encontra-se em aperfeiçoamento constante e a atual versão inclui a possibilidade de construção e manipulação de cenários de forma colaborativa.

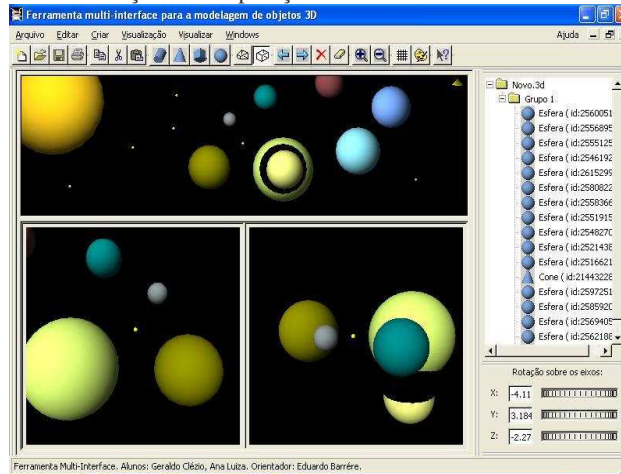


Fig.1. FMI3D com múltiplas visões ativadas

Para a implementação da ferramenta foi seguido o padrão MVC (*Model View Controller*) [9], que proporciona estruturar a aplicação visando escalabilidade e manutenibilidade. Baseado neste modelo planejou-se a arquitetura interna, Figura 2. Nesta figura estão contemplados quatro módulos:

- Gerenciador de Interface: este módulo é responsável pela configuração e gerenciamento da interface a ser utilizada na ferramenta. Tratando, portanto da interação com o usuário. É nele que são realizadas as captações de interação;
- Visão: responsável pela exibição do cenário em desenvolvimento e pela representação visual das interações do usuário;
- Manipulação de Objetos 3D: este módulo é responsável pelo controle do modelo a ser exibido / controlado pelo usuário;
- Geração e Tratamento dos logs: gera todos os logs de interação da ferramenta e permite o envio destes logs para o analisador deles.

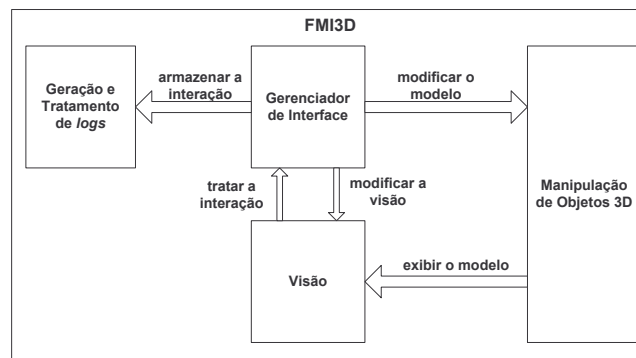


Fig. 2. Arquitetura interna da FMI3D

Já a arquitetura externa da FMI3D segue o modelo cliente-servidor, Figura 3. Esta arquitetura centraliza grande parte do controle e/ou da coordenação do *groupware* no servidor, fazendo com que os membros do grupo tenham a menor responsabilidade possível sobre todo o processo de comunicação e coordenação da colaboração. Com a centralização da coordenação no servidor transfere-se para ele praticamente quase todas as responsabilidades, como por exemplo: garantia de consistência dos dados, bloqueio dos objetos, transferência de mensagens entre os clientes, processo de comunicação entre os indivíduos para que haja a colaboração ou cooperação.

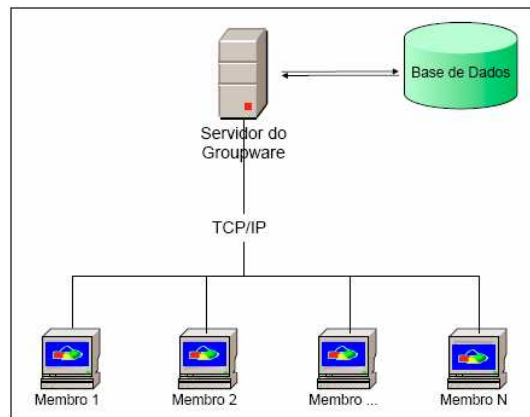


Fig. 3. Arquitetura Cliente-Servidor.

Na versão colaborativa, os cenários podem ser classificados em três tipos:

- Construção: o cenário encontra-se disponível para alterações e adição de novos usuários ativo a ele, até que o administrador do cenário redefina seu status entre bloqueado ou finalizado;
- Bloqueado: situação onde o cenário encontra-se indisponível para alterações ou adição de novos usuários ativos, até que seu administrador avalie sua situação, podendo ou não torná-lo disponível novamente ou finalizar o cenário;
- Finalizado: situação definida pelo seu administrador, onde o cenário foi finalizado de acordo com as necessidades pré-estabelecidas na especificação do mesmo.

As funcionalidades da ferramenta podem ser divididas em três partes: de modelagem, de interação e as referentes ao *log* da interação. Estas funcionalidades são descritas a seguir.

3.1 Funcionalidades de Modelagem

A FMI3D fornece um conjunto mínimo de funcionalidades contempladas numa ferramenta de modelagem de objetos 3D:

- Criação, edição e remoção de elementos gráficos padrões: visa permitir a composição do cenário, também chamado de mundo 3D, com elementos gráficos básicos (esferas, cubos, cones, etc);

- Manipulação de atributos: permite a adequação do elemento gráfico ao cenário, através da mudança de cor, dimensão, posição, transformações, etc.;
- Manipulação de vistas: busca diversas vistas (topo, frente, direita, etc.) do mesmo cenário para uma melhor visualização do cenário, como na Figura 1;
- Textura: aplicação e remoção de texturas nos elementos gráficos;
- Armazenamento e recuperação de cenários: permite armazenar os cenários num formato desenvolvido para a própria FMI3D ou em XML;
- Operações de undo e re-undo: desfazer ou refazer as operações recentemente realizadas.

3.2 Funcionalidades de Interação

São funcionalidades de Interação da FMI3D:

- Zoom;
- Visualização: seleciona o tipo de visualização: paralela ou perspectiva;
- Propriedades da câmera;
- Grade de apoio;
- Cursor 3D;
- Instanciação de um objeto 3D: via menu, botão, arrastar e soltar, linguagem de comando ou manipulação direta;
- Edição de objetos;
- Lista dos objetos em cena;
- Seleção de um objeto em cena: via manipulação direta ou lista de objetos;
- Sala de conversação (*Chat*): rodando em somente modo colaborativo;
- Área pessoal: rodando somente em modo colaborativo;
- Lista de usuários: rodando somente em modo colaborativo;
- Anotações: rodando somente em modo colaborativo;
- Histórico de Desenvolvimento: rodando somente em modo colaborativo;
- Observações: rodando somente em modo colaborativo.

De acordo com Bowman [11], o projeto de desenvolvimento de sistemas com interfaces 3D ainda não atingiu um estágio de maturidade. Mesmo com o relato de muitas técnicas de interação em ambientes tridimensionais e aspectos sobre fatores humanos na interação sejam investigados, não existe um consenso sobre como os resultados de pesquisa podem ser combinados, visando elaborar uma metodologia padrão de projeto e construção de interfaces espaciais. Isso se deve a três fatores: o espaço de projeto de interfaces 3D é significativamente maior do que aquele das interfaces 2D; atualmente os projetistas têm que tratar de uma grande variedade de dispositivos de entrada e saída e; as tecnologias disponíveis estão em constante desenvolvimento, o que exige inovações nas técnicas de interação e nova avaliação das experiências e conhecimentos acumulados em projetos anteriores.

Várias técnicas e dispositivos podem ser utilizados no processo de interação do usuário com o ambiente tridimensional, porém a escolha da técnica mais adequada é uma tarefa difícil [3].

3.3 Funcionalidades de Armazenamento de log

Uma das opções para a avaliação de usabilidade foi a técnica de *logging* de software para registrar a interação do usuário com a FMI3D.

O *logging* de software pode gerar indicadores diretamente associados à forma como os usuários julgam um determinado produto: baseados no tempo que levam para fazer o que querem, no número de passos exigidos para realização da tarefa e do sucesso que tem em prever a ação correta a tomar (que pode ser revelado pela ausência de erros e novas tentativas em realizar tarefas). Neto [10] ressalta as seguintes características na técnica de *logging*:

- Registra de forma sistemática todos os eventos e o momento exato em que estes eventos ocorreram;
- Não é obstrutiva;
- Possibilita o registro da interação sem necessitar da presença de um observador.
- Facilita o diagnóstico de problemas, pois a interação pode ser reproduzida posteriormente para análise.

3.4 FMI3D versus FMI3D Colaborativa

Inicialmente, a versão *standalone* não sofreu alterações bruscas no seu funcionamento, na visão do usuário, entretanto, algumas considerações devem ser feitas em relação à interação do usuário com a interface do programa.

Algumas das principais necessidades para elaboração da FMI3D colaborativa constituíram na construção do servidor para atender todas as solicitações dos clientes em relação à instanciação de objetos, exclusão de objetos, alteração dos atributos dos objetos, criação de cenários e anotações, as quais demandam um maior processo de controle, bloqueio e sincronização.

Na Tabela 1, pode-se observar a comparação entre os principais recursos da aplicação disponíveis para os usuários entre um modo de trabalho e outro. É perceptível nesta comparação que a FMI3D, na sua nova versão colaborativa, possui todas as características da ferramenta *standalone*, incluindo vários outros recursos provenientes de uma aplicação para trabalho voltado a grupo.

Tabela 1 – Recursos Standalone versus Groupware

Recursos	Modo Standalone	Modo Groupware
Abrir cenário local	Possui	Não aplicável
Abrir cenário colaborativo	Não aplicável	Possui
Salvar cenário localmente	Possui	Possui
Armazenar cenário no servidor	Não aplicável	Possui
Criar cenários	Possui	Possui
Alterar cenários	Possui	Possui
Criar objetos	Possui	Possui
Alterar objetos	Possui	Possui
Remover objetos	Possui	Possui
Bloquear cenário	---	Possui

Gerar anotações do cenário	---	Possui
Gerar anotações individuais para usuários	Não aplicável	Possui
Mensagens instantâneas entre os usuários	Não aplicável	Possui
Login de usuários	Não aplicável	Possui
Zoom	Possui	Possui
Alterar propriedades da câmera	Possui	Possui
Lista de objetos	Possui	Possui
Lista de usuários	Não aplicável	Possui
Grade de apoio	Possui	Possui
Painel de visões	Possui	Possui
Alterar propriedades da grade	Possui	Possui
Ajuda	Possui	Possui
Busca visão de usuário	Não aplicável	Possui

4 Controle das Interações

Por ser uma ferramenta multi-interface, um dos quesitos básicos para o seu funcionamento é a configuração da interface, na qual o usuário tem acesso às diversas opções permitidas, para cada funcionalidade, podendo assim escolher uma dentre as possíveis formas de interação disponíveis para a funcionalidade em questão.

A interface de um software para modelagem tridimensional é rica em possibilidades distintas de interação entre o usuário e o cenário que está sendo modelado. Pode-se destacar a ativação de funcionalidades diretamente na cena (através do mouse e teclas de atalhos) ou via *widgets* (menus, botões, etc). A manipulação direta na cena proporciona a navegação do usuário num ambiente 3D e todos os recursos que esta navegação pode proporcionar, tais como: zoom e vistas (exibição de uma, duas ou várias vistas da cena).

As funcionalidades são ativadas através de ação-objeto (verbo-sujeito) ou objeto-ação (sujeito-verbo). Por exemplo: a alteração da cor de um cubo pode ser feita por meio da escolha da cor e posterior seleção do cubo (ação-objeto) ou através da seleção do cubo e posterior escolha da cor (objeto-ação). Já as ações do mouse na cena (arraste com botão esquerdo, botão direito, etc) se referenciam a cena ou a um objeto (grupo de objetos) em específico.

O controle das ações dos usuários foi implementado no módulo Gerenciador de Interface, vide Figura 2, e é baseado nas seguintes possibilidades de interação [2]:

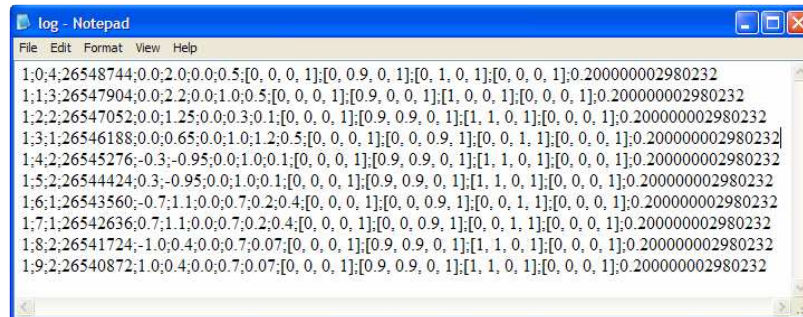
- **Manipulação Direta:** facilita a interação com os objetos do cenário em desenvolvimento, pois esta é feita diretamente no cenário. São vantagens desta forma de interação: fácil aprendizagem, fácil retenção, minimiza a ocorrência de erros e encoraja exploração. Sua principal desvantagem: difícil programação;
- **Seleção de MENU:** Em um sistema de seleção, as ações a serem executadas estão organizadas e classificadas em grupos e subgrupos, facilitando a interação do usuário. São vantagens desta forma de interação: curto aprendizado, redução da quantidade de passos para realizar uma tarefa, e apoio fácil com tratamento de erros. Suas desvantagens: perigo de muitos menus, redução da velocidade de execução das funcionalidades pelos usuários frequentes, grande consumo de espaço na tela;

- **Exibição de campos:** Utilizada quando se requer entrada de dados. Os usuários devem entender os campos principais, saber os valores permissíveis e os dados, e ser capaz de responder a mensagens de erro. São vantagens desta forma de interação: simplifica entrada de dados e requer treinamentos modestos. Sua principal desvantagem: consome grande espaço na tela;
- **Linguagem de comando:** provê um sentimento forte de lugar de controle e iniciativa aos usuários. Os usuários aprendem a sintaxe e podem expressar rapidamente possibilidades complexas. São vantagens desta forma de interação: é flexível, dá poder aos usuários. Suas desvantagens: requer treinamento significativo e memorização.

Na implementação da ativação ou não das possibilidades de interação, utilizou-se um *flag* (sinalizador), armazenado num arquivo de configuração, para cada tipo de interação. Quando a forma de interação está marcada como um, a forma de interatividade é habilitada pela FMI3D, caso contrário, ela fica desabilitada, ou seja, o usuário não terá acesso a este recurso do sistema.

A outra forma para controle e avaliação de interatividade implementada foi o *log* das atividades de interação do usuário com o sistema, também implementada no módulo Gerenciador de Interface. O padrão para armazenamento desses *logs*, ilustrado na Figura 4, é determinado da seguinte forma:

- O armazenamento é direto em arquivo texto;
- Organização do arquivo: a informação inicial se refere ao tipo de interação realizada e depois são armazenados os parâmetros da interação;
- As ações seguem padrão pré-estabelecido de armazenamento.



```

1;0;4;26548744;0.0;2.0;0.0;0.5;[0, 0, 0, 1];[0, 0, 9, 0, 1];[0, 1, 0, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;1;3;26547904;0.0;2.2;0.0;1.0;0.5;[0, 0, 0, 1];[0, 9, 0, 0, 1];[1, 0, 0, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;2;2;26547052;0.0;1.25;0.0;0.3;0.1;[0, 0, 0, 1];[0, 9, 0, 9, 0, 1];[1, 1, 0, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;3;1;26546188;0.0;0.65;0.0;1.0;1.2;0.5;[0, 0, 0, 1];[0, 0, 9, 0, 1];[0, 0, 1, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;4;2;26545276;-0.3;-0.95;0.0;1.0;0.1;[0, 0, 0, 1];[0, 9, 0, 9, 0, 1];[1, 1, 0, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;5;2;26544424;0.3;-0.95;0.0;1.0;0.1;[0, 0, 0, 1];[0, 9, 0, 9, 0, 1];[1, 1, 0, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;6;1;26543560;-0.7;1.1;0.0;0.7;0.2;0.4;[0, 0, 0, 1];[0, 0, 9, 0, 1];[0, 0, 1, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;7;1;26542636;0.7;1.1;0.0;0.7;0.2;0.4;[0, 0, 0, 1];[0, 0, 9, 0, 1];[0, 0, 1, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;8;2;26541724;-1.0;0.4;0.0;0.7;0.07;[0, 0, 0, 1];[0, 9, 0, 9, 0, 1];[1, 1, 0, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232
1;9;2;26540872;1.0;0.4;0.0;0.7;0.07;[0, 0, 0, 1];[0, 9, 0, 9, 0, 1];[1, 1, 0, 1];[0, 0, 0, 1];0.200000002980232

```

Fig. 4. Log da FMI3D

Para fazer o estudo dos *logs* criados pela ferramenta foi necessário o desenvolvimento de um interpretador, que fornecesse a descrição de cada *log* gravado e também algumas análises estatísticas básicas (quantidade de ocorrências da interação, tempo de execução, entre outras).

A implementação do *log* ocorreu seguindo os seguintes critérios:

- Toda atividade de interação gerará um *log*;
- Após cada atividade de interação, chamar a rotina que registra o *log*;
- Cada linha do *log* deve conter todas as informações necessárias (parâmetros) para registrar a interação;
- Armazenar, de forma não obrigatória, o momento de realização da interação;

5 Validação da Ferramenta

Como forma de validar a FMI3D e principalmente o seu controle de interatividade, foi desenvolvida uma pesquisa para analisar o impacto de cada tipo de interação, disponível na FMI3D durante o processo de montagem de um cenário 3D.

Definiu-se como objetivo principal a análise das formas de interação disponíveis, buscando com isso delimitar os motivos que levam os usuários a realizarem cada operação, disponível num software desta categoria, através de um tipo de interação ou de outro. Esta pesquisa considerou os atributos utilizados por Nielsen [12] para medida de avaliação da usabilidade.

A coleta de dados foi realizada através de anotações obtidas via observação dos usuários, questionário e registro das atividades realizadas na FMI3D (*log* das atividades). As anotações realizadas enfatizaram cada componente do modelo:

- Aprendizagem: quais os tipos de dificuldades o usuário encontrou, como localização da funcionalidade, visualização do resultado, entendimento das terminologias utilizadas na interface, etc.;
- Eficiência de uso: condução do processo de construção do cenário;
- Memorização: quais as dificuldades que o usuário encontrou no processo de memorização da interface;
- Erros: o que provavelmente levou o usuário a cometer os erros. Tabela com a descrição do erro, o tipo do erro (falha de execução, erro recuperável, pequena dificuldade/ confusão) e comentário; e
- Satisfação: reações físicas e emotivas do usuário em reação as suas atividades.

Já o questionário deveria ser preenchido pelo usuário após a realização de cada etapa da pesquisa e no final da aplicação de toda a pesquisa. O questionário foi elaborado da seguinte forma:

- Dados pessoais: nome, idade, grau de instrução, área de formação, grau de conhecimento neste tipo de software;
- Problemas encontrados: descrição dos problemas encontrados;
- Avaliação da forma de interação: pontos positivos e negativos da forma de interação; e
- Satisfação: baseado no questionário de satisfação da SUS (*System Usability Scale*) [13].

Para a aplicação da pesquisa alguns aspectos foram definidos:

- Ambiente de aplicação: sala isolada (pessoas e baralho) com computador, cadeira para o usuário e para o avaliador. Foi utilizado um laboratório de informática em horários que não havia aula e nem alunos utilizando-o;
- Grupo de usuários: foram chamados a contribuir com a pesquisa 10 usuários de diversas áreas de formação, mas todos deveriam ter um pré-requisito em comum: ser usuário (uso profissional ou pessoal) de alguma ferramenta gráfica que tenha a instanciação de objetos 2D ou 3D, pois dificuldades com os periféricos e com funcionalidades básicas de um software desta natureza iriam prejudicar a análise aqui pretendida;
- Horário de aplicação: agendamento dos horários de aplicação com cada usuário. Este é um ponto importante, pois como o usuário deverá construir cinco cenários

(cinco etapas da pesquisa), deve-se reservar entre noventa e cento e vinte minutos para a aplicação da pesquisa; e

- Definição dos cenários: A pesquisa foi dividida em cinco etapas (baseadas na forma de interatividade): menu, botões, linguagem de comando, manipulação direta e livre (o usuário poderia utilizar qualquer forma de interação). A cada etapa, a FMI3D era configurada para permitir somente um tipo de interatividade com o cenário 3D e para todas as etapas o cenário a ser desenvolvido era o mesmo, vide Figura 5.

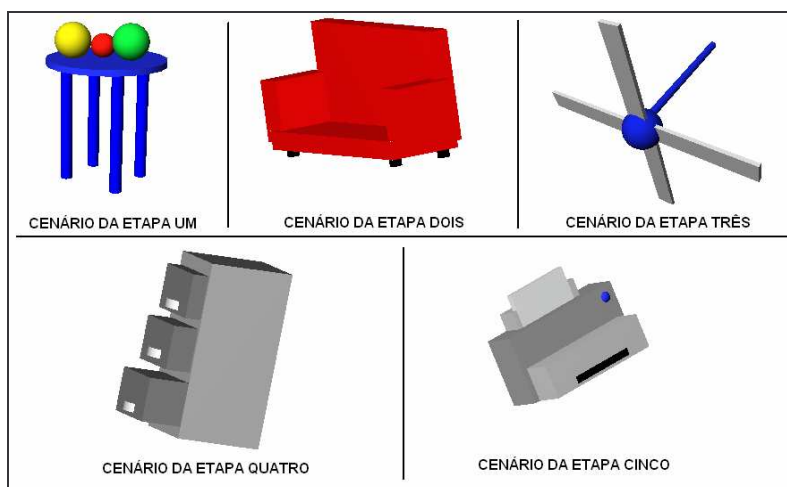


Fig. 5. Cenários da pesquisa

Quando da realização do recrutamento dos voluntários para participarem da pesquisa, foi feita uma apresentação sobre a pesquisa em desenvolvimento e qual o objetivo da mesma, visando esclarecer aos voluntários quais os objetivos a serem alcançados e qual o motivo da realização da pesquisa.

No dia da aplicação da pesquisa foi seguido um roteiro baseado no proposto por Nielsen[14]:

- Apresentação: apresentar ao usuário os procedimentos da pesquisa e funcionamento do software (funcionalidades);
- Treinamento do usuário: criação de um cenário exemplo (contando com todas as formas de interação) com a condução do avaliador;
- Execução das etapas: apresentação do cenário, realização das etapas de construção do cenário;
- Questionário: aplicado após a execução de cada etapa da pesquisa; e
- *Debriefing*: após o término da aplicação da pesquisa foi realizada uma conversa informal com o usuário a fim de se obter comentários gerais e de esclarecer possíveis dúvidas sobre seu desempenho durante a pesquisa.

Em relação aos processos de aprendizagem e de memorização, durante a pesquisa destacaram-se os seguintes aspectos:

- Localização da Funcionalidade: o processo de relacionar o local e forma de acionamento com a funcionalidade, foi o ponto mais marcante e também o mais esperado do processo de aprendizagem. Esta dificuldade é natural e previsível durante este processo. Ela ocorreu em maior quantidade nos cenários dois (botões) e quatro (manipulação direta). Na interação através dos botões ocorreu devido a grande quantidade de ícones presentes na interface, o que acaba confundindo o usuário. Na interação através de manipulação direta, ela ocorreu devido às possibilidades da funcionalidade estar ativa através de uma das combinações do mouse ou do menu associado ao botão direito do mouse;
- Terminologias utilizadas na interface: o uso de funcionalidades técnicas acaba levando ao uso de nomes técnicos para o acionamento das funcionalidades técnicas (cisalhamento, translação, etc.), o que dificulta o aprendizado por usuário “menos especializados” em qualquer tipo de software. Esta situação ocorreu principalmente nos cenários um(menu) e três(linguagem de comandos). No primeiro cenário justifica-se principalmente por ter sido o primeiro cenário apresentado ao usuário. Já no terceiro cenário, a grande dificuldade da terminologia está associada também aos comandos que devem ser utilizados para ativar cada funcionalidade (mesmo com a disponibilidade de um help – o qual os usuários sempre relutam a utilizar). Apesar dos usuários já terem contato anterior com softwares desta natureza, verificou-se que grande parte dos usuários faz uso das funcionalidades mais complexas associando o ícone com a funcionalidade ou decorando como fazer para ativá-las, sem associar o que está sendo feito com o termo técnico; e
- Visualização do resultado: Esta dificuldade esteve presente no cenário três (linguagem de comandos), onde mesmo com a disponibilização da área de visualização da cena, o usuário muitas vezes fica concentrado na tela de interação de comandos e acaba se esquecendo da tela de visualização do cenário.
- Cenário Um: a relação entre associar em qual menu e/ou submenu se encontra a funcionalidade esteve presente para quase todos os usuários (oito em dez). Esta dificuldade é natural e se resolve rapidamente quando o usuário assimila a estrutura de organização dos menus;
- Cenário Dois: o posicionamento dos botões e a grande “poluição” de ícones dificultaram a localização visual rápida da funcionalidade, mas assim como no cenário um e também nos demais cenários, assim que o usuário compreende a divisão (posicionamento) dos elementos de interação, ele passa a acessar com maior rapidez e precisão as funcionalidades;
- Cenário Três: o maior problema apresentado no processo de memorização da interação através de linguagem de comando é a assimilação da sintaxe. O uso de comandos padronizados e com estruturação de parâmetros semelhante facilita bastante o processo de memorização e apresentou bons resultados na execução de novos comandos através da lógica apresentada em comandos utilizados anteriormente. Cinco usuários conseguiram instanciar novos objetos ou propriedades através da indução dos comandos (dada a sintaxe semelhante);
- Cenário Quatro: como as funcionalidades estão associadas à ação do mouse (botão direito, dois botões, clicar e arrastar, etc.) a dificuldade de memorização é grande, pois os usuários buscam as mesmas funcionalidades dos softwares mais utilizados por eles e nem sempre é o mesmo padrão de software. A abstração da interação é

um fator determinante na dificuldade de memorização, mas com poucas repetições o usuário se adapta ao uso da interação; e

- Cenário Cinco: não apresenta nenhuma dificuldade de memorização, pois o usuário está utilizando as técnicas já vistas anteriormente, mas o processo de memorização parece ocorrer, dada a indecisão do usuário em escolher a “melhor” forma de interação. A percepção deste fator não foi tão fácil de ser feita, pois a princípio tem-se a impressão de que o usuário não lembra como fazer, mas na maioria dos casos a indecisão ocorre na escolha de qual forma ele achou mais eficiente e não por não lembrar como ativar a funcionalidade.

De posse das informações geradas pelo log foi possível obter medidas quantitativas (tempo de execução, dificuldades no posicionamento dos objetos etc.). Como exemplo, podemos citar o tempo médio para se completar cada etapa (1ª, 2ª, 3ª, 4ª e 5ª): 25, 23, 50, 20 e 17 minutos; e o tempo médio de manipulação de cada objeto na cena após a sua instanciação: 122, 116, 402, 106 e 89 segundos, respectivamente a cada etapa.

Reunindo as informações captadas pela ferramenta com as informações oriundas das observações sobre as atividades realizadas pelos voluntários e os dados das entrevistas, pôde-se observar que a maior dificuldade ocorre com a linguagem de comandos, pois o foco sai da área de manipulação direta (a mais propícia para a realização das interações) e vai para a digitação de comandos. Este fato causa problemas com a elaboração abstrata do cenário pela maioria dos voluntários, pois diminui a concentração dos usuários na abstração do cenário, o que dificulta a elaboração do mesmo.

6 Conclusão

A dificuldade encontrada no início do projeto de desenvolvimento de uma ferramenta multi-interface para instanciação de objetos 3D foi encontrar fontes de pesquisa que dessem embasamento ao desenvolvimento do controle de interatividade num software desta natureza. Atualmente o grande desafio é tornar a versão colaborativa mais eficiente e abrangente.

O processo mais complicado foi a realização do log das interações, em definir quais dados deveriam ser armazenados para cada tipo de interação.. Como exemplo, podemos citar a instanciação de um objeto no cenário, onde se devem registrar: o momento da instanciação, o tipo do objeto, a posição inicial e todos os demais parâmetros do objeto definidos pelo usuário.

A versão atual da FMI3D já possibilita a configuração das formas de interação desejadas e o *log* das mesmas de forma correta, conforme pôde ser comprovado com a pesquisa realizada. Como trabalhos futuros tem-se a aprimoração da aplicação para leitura dos *logs*, permitindo acumular os *logs* de vários usuários, representações gráficas e otimizar a geração dos dados estatísticos.

Outras pesquisas foram realizadas utilizando a FMI3D. Essas pesquisas comprovaram a eficiência da ferramenta e sua aplicabilidade. Dentre elas pode-se destacar a pesquisa sobre o impacto do uso de cursores 3D durante o processo de instanciação de objetos 3D[15].

Referências

1. Foley, J. D. et al.: Computer Graphics - Principles and Practice 2nd edition in C, Addison and Wesley (1995).
2. Jacob, L.J.: Avaliação de técnicas de interação egocêntricas. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/cg/publications/liliane/dissertacao.pdf>> Visitado em: Fevereiro de 2007.
3. Jacob, L.J., Nedel, L.P., Freitas, C.M.D.S.: Avaliação de técnicas de interação em ambientes imersivos: uma proposta de aplicação no tratamento de fobia de altura. Disponível em: <<http://www.inf.ufrgs.br/cg/publications/liliane/srv2001.pdf>> Visitado em: Agosto 2006.
4. Shneiderman, B.: Designing the User Interface. Pearson Education (2004).
5. Aquino, M. S.: Uso de técnicas de Gerenciamento de Objetos 3D e de Agentes Inteligentes para Melhora da Usabilidade de Ambientes Virtuais Adaptativos. Exame de Qualificação e Proposta de Tese. CIN/UFPE, Recife – PE, (2005).
6. Neto, D. R. M.: Uma interface de comunicação para o ambiente VEPersonal utilizando Xj3D e a API Scene Authoring Interface. Trabalho de Graduação. Disponível em: <<http://www.cin.ufpe.br/~tg/2006-1/drmn.pdf>> CIN/UFPE, Recife – PE (2006).
7. Mrack, M.: Interfaces de Usuário em Tempo de Execução. Tese de Pós Graduação em Computação. Disponível em: <<http://merlin.3layer.com.br/docs/merlin-TI.pdf>>. UFRS. Porto Alegre, (2005).
8. Dias, A. L., Oliveira Junior, G. C. and Barrére, E.: Interface para Softwares de Instanciação de Objetos 3D, XI Simpósio Brasileiro de Multimídia e Web - WebMedia, Poços de Caldas, Brasil (2005) 204-206.
9. Krasner, G. E., Pope, S. T.: A Cookbook for Using the Model-View Controller User Interface Paradigm in Smalltalk-80, In: Journal of Object-Oriented Programming (1988) pp. 26-49.
10. Neto, S. M., Matias, M., Santos, N.: Uma ferramenta de apoio ao registro da interação humano-computador, In: III Workshop sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais: Muitas Faces em Interfaces (2000) 142-150.
11. Bowman, D. A. et al.: An Introduction to 3-D User Interface Design. In: Presence: Teleoperators and Virtual Environments, v. 10, n. 1 (2001) 96-108.
12. Nielsen, J.: Usability Engineering, Academic Press, Cambridge (1993).
13. Brooke, J.: SUS: a "quick and dirty" usability scale. In P. W. Jordan, B. Thomas, B. A. Weerdmeester & A. L. McClelland (eds.) Usability Evaluation in Industry. London: Taylor&Francis (1996).
14. Nielsen, J.: 230 Tips and Tricks for a Better Usability Test. <<http://www.nngroup.com/reports/tips/usertest/testtipsforeword.html>>, Nielsen Norman Group, visited in may 2007.
15. Barrére, E. and Esperança, C.: Impacto do Uso de Cursores 3D durante o Processo de Instanciação de Objetos 3D. In: Workshop on Perspectives, Challenges and Opportunities for Human-Computer Interaction in Latin America (CLIHC 2007): Innovation Inspired by Diversity, Rio de Janeiro (2007).