



UTILIZANDO O MÉTODO AVALIAÇÃO HEURÍSTICA PARA A AVALIAÇÃO DA INTERFACE DE UM SISTEMA VIRTUAL PARA APOIO AO ENSINO DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Gisele Alves Santana – giseleroses@yahoo.com.br

Hugo Dias – hugolond@gmail.com

Karina Guedes de Melo Souza – karinagms@yahoo.com.br

Rodrigo Donizete Amaro – amaro_rd@zilor.com.br

Luciano Tadeu Esteves Pansanato – luciano@utfpr.edu.br

Marcos Banheti Rabello Vallim – mvallim@utfpr.edu.br

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, PPGEE

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR

Av. Alberto Carazzai, 1640

86300-000 – Cornélio Procópio – Paraná

Resumo: *O software educacional é um campo emergente dentro do ambiente de ensino, utilizando tecnologias cada vez mais avançadas. Este trabalho tem o objetivo de contribuir para o estudo de métodos de avaliação de interface aplicados a software educacional, apresentando os resultados de uma avaliação de usabilidade, bem como sugestões para a melhoria da interface de um sistema virtual para apoio ao ensino de automação industrial. O método utilizado, Avaliação Heurística, mostrou-se eficaz para a identificação dos principais problemas de usabilidade que dificultam a interação do usuário.*

Palavras-chave: *Interface de Usuário, Usabilidade, Método de Avaliação, Avaliação Heurística, Software Educacional.*

1. INTRODUÇÃO

A interface de um sistema é o meio pelo qual o diálogo entre o programa e o ser humano é estabelecido (PRESSMAN, 2010). Problemas de usabilidade ocorrem quando um usuário encontra dificuldades para realizar uma tarefa com uma interface. Esses problemas podem ter origens variadas e ocasionar perda de dados, diminuição da produtividade e rejeição total do sistema por parte dos usuários (NIELSEN, 1993).

A evolução das tecnologias de informação tornou o ambiente de ensino favorável ao desenvolvimento de *software* educacional que utiliza diversos recursos didático-pedagógicos (LÉVY, 1993). Um *software* educacional pode ser definido como um sistema computacional interativo, concebido para facilitar a aprendizagem de conceitos específicos (CANO, 2001). Esse tipo de *software* possui características que o diferenciam daqueles utilizados no mercado, pois deve estar inserido num contexto de ensino-aprendizagem pré-definido (CYBIS *et al.*, 2010).

A interface de um *software* educacional apresenta metaforicamente conceitos, e as ações realizadas sobre os elementos da interface fazem refletir sobre estes conceitos ou suas propriedades (CAMPOS, 1996). O importante de um *software* educacional é servir para que alunos e professores possam agir produtivamente por meio da interação com a sua interface.

A presença de softwares educativos em sala de aula não é suficiente para garantir que este possua uma boa qualidade no processo de aprendizagem, inclusive a sua interação humano-computador. Os obstáculos epistemológicos e pedagógicos que impedem a absorção do conteúdo pelos alunos são: o excesso de informações visuais contidas na ferramenta pedagógica, que leva a mudança de foco por parte do aluno; a generalização excessiva do conteúdo utilizado para o ensino; e a utilização de metáforas que transmitem conceitos equivocados ao aluno (BACHELARD, 1996).

Um software educacional que possui uma interface mal projetada apresenta obstáculos pedagógicos que interferem diretamente na qualidade da interação, gerando barreiras no processo de aprendizagem. A avaliação de usabilidade de um software educacional tem por objetivo verificar como o usuário consegue interagir para alcançar a facilidade de uso e aprendizagem da interface. Portanto, um software educacional deve ser projetado e avaliado considerando tanto a usabilidade quanto as questões didático-pedagógicas (ARDITO *et al.*, 2006; COSTABILE *et al.*, 2005; SQUIRES & PREECE, 1999).

O objetivo deste trabalho é contribuir para o estudo de métodos de avaliação de interface aplicados a software educacional, apresentando os resultados de uma avaliação de usabilidade com o método Avaliação Heurística, bem como sugestões para a melhoria da interface do SIMMAQ 3D, um sistema virtual para apoio ao ensino de automação industrial. Essa avaliação serve de base para a proposta de uma interface mais interativa e adequada ao fim proposto pelo software educacional SIMMAQ 3D.

Este artigo está organizado da seguinte maneira: inicialmente, na Seção 2, são apresentados conceitos sobre avaliação de usabilidade, o método Avaliação Heurística é brevemente descrito e são relacionadas as heurísticas utilizadas para a avaliação da interface; na Seção 3, o sistema SIMMAQ 3D é apresentado; na Seção 4 é descrita a metodologia usada no processo de avaliação da interface, assim como os recursos envolvidos; na Seção 5 são apresentados os resultados obtidos com a avaliação, isto é, a descrição dos problemas mais relevantes da interface do sistema, assim como as sugestões de melhoria; finalmente, na Seção 6, são apresentadas as considerações finais deste trabalho.

2. AVALIAÇÃO DE USABILIDADE

Avaliação é o processo sistemático de coleta de dados responsável por obter informações sobre o modo como um determinado usuário ou grupo de usuários deve utilizar um sistema para uma determinada tarefa em certo tipo de ambiente (PREECE *et al.*, 2007). A avaliação de um sistema deve verificar diversas medidas como o desempenho (eficácia e eficiência) da interação e determinar, de forma subjetiva, o nível de satisfação do usuário, identificando problemas durante a realização de tarefas específicas em seu contexto de uso.

Existem diversos métodos de avaliação existentes na literatura: métodos de inspeção, métodos de teste com usuários e métodos baseados em modelos (PREECE *et al.*, 2007; SCHNEIDERMAN & PLAISANT, 2005; DIX *et al.*, 2004; DIAS, 2003). A seleção de um determinado método exige a análise de custo e eficácia (ARDITO *et al.*,

2006). O foco deste trabalho é o grupo dos métodos de inspeção, também conhecidos como métodos analíticos ou de prognóstico, que se caracterizam pela não participação direta dos usuários do sistema na avaliação. Os avaliadores são especialistas em usabilidade ou desenvolvedores de sistemas e se baseiam em regras, recomendações, princípios e/ou conceitos previamente estabelecidos para identificar problemas de usabilidade relacionados à interação dos usuários reais com o sistema.

2.1. Avaliação heurística

A Avaliação Heurística (NIELSEN, 1994; NIELSEN & MOLICH, 1990) é um método de inspeção para a avaliação da usabilidade de sistemas interativos. O objetivo é identificar problemas de usabilidade que serão corrigidos ao longo do processo de desenvolvimento do sistema. Esse método envolve a participação de um pequeno grupo de avaliadores na análise da interação e julgamento dos elementos interativos da interface do sistema, em relação a um conjunto de princípios ou heurísticas.

O método Avaliação Heurística é o método de avaliação de usabilidade mais utilizado, uma vez que é fácil de ser aplicado e o custo é baixo (BLANDFORD *et al.*, 2004; KAROULIS & POMBORTSIS, 2003). Esse método foi escolhido também devido à sua eficiência (NIELSEN, 1994) e à sua capacidade de adaptação a diversos domínios de aplicação (PREECE *et al.*, 2007). No entanto, a avaliação e eficácia do método Avaliação Heurística continua ainda a ser um objeto de pesquisa (HOLLINGSSED & NOVICK, 2007). Em particular, no caso de software educacional, o emprego de um método de avaliação de usabilidade é uma decisão importante, considerando que um estudante pode levar mais tempo aprendendo como usar a interface do software educacional do que aprendendo com o software educacional (se este não for facilmente usável).

2.2. Heurísticas

Heurística é uma parte do conhecimento capaz de sugerir ações plausíveis a seguir ou ações implausíveis a evitar (LENAT, 1982). Assim, heurísticas são regras informais de julgamento que guiam as pessoas numa rápida tomada de decisão.

As heurísticas originais para o método em questão foram propostas por Nielsen e Molich (1990), reformuladas e reunidas por Nielsen (1994) em dez heurísticas de usabilidade. No entanto, qualquer outro conjunto de princípios ou heurísticas pode ser usado para a aplicação do método. Na Tabela 1 são apresentadas as heurísticas utilizadas na avaliação de usabilidade apresentada neste trabalho. A base dessas heurísticas são as de Nielsen, específicas para usabilidade de interfaces, mas foram adaptadas a partir do trabalho de Ssemugabi e De Villiers (2007) para o uso no contexto de avaliação de usabilidade de software educacional.

Tabela 1 - As 10 heurísticas de Nielsen para o uso na avaliação de usabilidade de software educacional.

Nº	Heurística
1	<i>Visibilidade do estado atual do sistema</i> - O software mantém o usuário informado por meio de avisos (<i>feedback</i>) construtivos, adequados e apresentados em tempo. - O sistema responde às ações iniciadas pelo usuário.



2	<i>Correlação entre o sistema e o mundo real</i> - O uso da linguagem ao que se refere a frases, símbolos e a conceitos é similar ao dos usuários no seu ambiente diário ou cotidiano. - O uso de metáforas corresponde a conceitos e/ou objetos do mundo real (isto é, as representações simbólicas são usadas para garantir que os símbolos, ícones e nomes são intuitivos dentro do contexto da tarefa realizada). - A informação é organizada em uma ordem natural e lógica.
3	<i>Controle e liberdade do usuário</i> - O usuário controla o sistema. - O usuário pode sair do sistema a qualquer momento, mesmo quando realiza algo por engano. - Existem funcionalidades para desfazer e refazer ações.
4	<i>Consistência e padrões</i> - Os mesmos conceitos, palavras, símbolos, situações ou ações fazem referências às mesmas coisas. - Os padrões comuns à plataforma são seguidos.
5	<i>Prevenção de erros</i> - O sistema é projetado de maneira que os usuários não conseguem facilmente provocar erros mais sérios. - O sistema fornece uma mensagem de erro adequada quando um usuário provoca um erro.
6	<i>Reconhecimento ao invés de memorização</i> - Os objetos a manipular, as opções a selecionar e as ações a tomar são visíveis. - O usuário não precisa lembrar-se de informação de uma parte do diálogo para outra. - As instruções sobre como usar o sistema são visíveis ou facilmente obtidas sempre que necessário. - As telas são simples e as telas múltiplas são minimizadas.
7	<i>Flexibilidade e eficiência de uso</i> - O sistema atende diferentes níveis de usuários, de novatos a especialistas. - Atalhos e aceleradores são fornecidos a usuários frequentes para tornar mais rápida a interação e a conclusão da tarefa. - O sistema é flexível para permitir aos usuários o ajuste das suas configurações (isto é, para personalizar o sistema).
8	<i>Projeto estético e minimalista</i> - Os diálogos não contém informação raramente necessária ou irrelevante.
9	<i>Suporte aos usuários no reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros</i> - As mensagens de erro são apresentadas em linguagem clara e simples. - As mensagens de erro definem precisamente o problema e fornecem instruções específicas e simples para a recuperação do erro.
10	<i>Informações de ajuda e documentação</i> - O sistema tem um sistema de ajuda e documentação para o suporte às necessidades do usuário. - A informação de ajuda e documentação é fácil de pesquisar, centrada nas tarefas e relaciona os passos concretos para realizar a tarefa.

3. SIMMAQ 3D

O SIMMAQ 3D (Simulador Didático de Máquinas), utilizado como objeto da avaliação de usabilidade, é um ambiente virtual para simulação de processos industriais, desenvolvido pela empresa Automatus Engenharia (www.automatus.net). Esse sistema é um software educacional, ainda na versão beta, utilizado no aprendizado da implementação de rotinas de controle de diversos processos industriais, que posteriormente são repassadas ao Controlador Lógico Programável (CLP). O software simula a dinâmica dos processos frequentemente encontrados nas indústrias. Os processos disponíveis no software permitem aumento gradual no nível de dificuldade, proporcionando um aprendizado constante ao aluno.

O objetivo do SIMMAQ 3D é servir de recurso didático-pedagógico para o apoio ao ensino de automação industrial, pois este software permite a realização de tarefas típicas de simulação de processos industriais. O sistema possui cinco ambientes virtuais que simulam processos reais:

- Classificador de peças;
- Portão de garagem;
- Planta de controle de nível e temperatura;
- Elevador 4 andares;
- Controle de semáforo.

Na Figura 1 é mostrada a interface de seleção dos ambientes do SIMMAQ 3D.



Figura 1 - Interface de seleção dos ambientes do SIMMAQ 3D.

O SIMMAQ 3D utiliza sensores e atuadores que possuem sinais digitais e analógicos (virtuais). Quando o ambiente virtual está funcionando em modo “Automático”, o CLP é responsável por comandar a evolução do processo. A conexão do ambiente virtual com o CLP é realizada por intermédio de uma placa de aquisição de dados (DAQ), que é responsável por receber os estímulos do ambiente virtual e convertê-los em sinais elétricos, sensibilizando o CLP. Por sua vez, o CLP processa os estímulos recebidos da placa DAQ e atualiza as suas saídas, concluindo assim, um ciclo

de comunicação. A placa DAQ está conectada ao computador por meio de uma conexão RJ-45 e o protocolo de transmissão e recepção é o TCP/IP.

4. METODOLOGIA

A avaliação do software SIMMAQ 3D foi realizada de acordo com as recomendações do padrão ISO/IEC 14598-5, que divide o processo de avaliação em quatro etapas (ISO/IEC 1998): especificação, planejamento, avaliação piloto e avaliação.

Na etapa de especificação, o escopo e o objetivo da avaliação foram definidos. O escopo da avaliação foi a interface do software SIMMAQ 3D. O objetivo definido foi encontrar problemas de usabilidade na interface desse sistema.

Na etapa de planejamento, um plano para a realização da avaliação foi elaborado, contendo os procedimentos relacionados aos métodos que seriam executados. O método utilizado para a avaliação de usabilidade foi o método Avaliação Heurística (NIELSEN, 1994; NIELSEN; MOLICH, 1990). Além desse plano, um formulário também foi elaborado para facilitar o registro das informações pelos avaliadores. A possibilidade de registrar as informações usando gravações de áudio foi desconsiderada devido à dificuldade para analisar os dados posteriormente.

Para garantir a independência de opiniões e eliminar a influência de um avaliador na análise de outro avaliador, cada membro do grupo de avaliadores analisou a usabilidade do sistema separadamente, inspecionando-o várias vezes, analisando todos os elementos interativos e comparando-os com as recomendações, princípios e/ou heurísticas previamente definidas.

A avaliação heurística pode ser realizada por um único avaliador, porém recomenda-se que seja usado de três a cinco pessoas na avaliação porque podem identificar 65-75% dos problemas de usabilidade, conforme análises de custo-benefício (NIELSEN, 1994). A avaliação do SIMMAQ 3D foi planejada para envolver a participação de quatro avaliadores, estudantes de Mestrado em Engenharia Elétrica, cursando a disciplina de Projeto de Interfaces de Usuário e com experiência no desenvolvimento de sistemas interativos. Um breve treinamento foi preparado para facilitar o aprendizado dos avaliadores com relação à interface do SIMMAQ 3D e aumentar a possibilidade de obter resultados relevantes na avaliação.

Na etapa de avaliação piloto, uma avaliação de teste foi realizada para identificar problemas com o planejamento da avaliação. Durante a avaliação piloto, as seguintes questões foram analisadas: (a) se os procedimentos da avaliação estavam descritos com clareza para a realização da avaliação; e (b) se as informações necessárias seriam registradas corretamente no gabarito. Ao final da avaliação teste, nenhum problema foi identificado.

Na etapa de avaliação, cada avaliador percorreu a interface pelo menos duas vezes, executando diversas tarefas, analisando todos os elementos de interação e diagnosticando os problemas de usabilidade que, em sua opinião, violam os princípios de usabilidade (heurísticas) definidos (Subseção 2.2). Em seguida, esses problemas foram associados aos princípios teoricamente violados e foram registrados no formulário previamente preparado. Ao final da etapa de avaliação, os resultados individuais foram consolidados em um relatório final de avaliação, composto pela lista de problemas encontrados. Além disso, essa lista também foi submetida aos avaliadores para que estes classificassem cada problema de acordo com níveis de severidade. Essa classificação, realizada em uma escala graduada de quatro pontos (NIELSEN, 1994),

além de fornecer uma boa visão da usabilidade geral do sistema, permite a identificação dos problemas mais sérios na opinião da maioria dos avaliadores, apontando aqueles que deveriam ser corrigidos prioritariamente. Na Tabela 2 é mostrada a escala graduada de quatro pontos utilizada na avaliação.

Tabela 2 - Escala graduada de quatro pontos para níveis de severidade de problemas de usabilidade.

1	<i>Problema Cosmético</i> : o uso do software não será afetado. A correção deve ser realizada quando possível.
2	<i>Problema Pequeno</i> : o usuário pode facilmente contornar o problema. A correção tem prioridade baixa.
3	<i>Problema Grande</i> : o usuário encontrará dificuldade para realizar as tarefas por causa do problema. A correção tem prioridade alta.
4	<i>Problema Catastrófico</i> : o usuário não será capaz de realizar as tarefas por causa do problema. A correção é obrigatória.

O trabalho de consolidação exige tempo e muita atenção, pois cada avaliador relata à sua maneira os problemas de usabilidade encontrados, assim como a sua localização na interface do sistema. Nesse trabalho de consolidação, a maior dificuldade está na atividade de comparação dos diversos problemas para encontrar problemas igualmente relatados ou parecidos em sua descrição e localização (NIELSEN, 1994).

Como uma forma de estender um pouco a Avaliação Heurística do SIMMAQ 3D, foi realizada uma discussão livre entre todos os avaliadores após as avaliações individuais e a classificação da lista de problemas. O objetivo dessa reunião foi analisar os principais problemas detectados e identificar as possibilidades de reprojeção dos elementos interativos envolvidos. Essa também foi uma boa oportunidade para discutir os aspectos positivos do sistema, visto que o método de avaliação empregado, em sua essência, é centrado somente nos problemas.

5. RESULTADOS

Nesta seção são relatados os problemas de usabilidade identificados durante a avaliação do sistema SIMMAQ 3D utilizando o método Avaliação Heurística. Foram identificados vinte (20) problemas; deste total, cinco (5) problemas foram encontrados por todos os avaliadores.

Na Figura 2 são mostrados quais avaliadores identificaram quais problemas de usabilidade. Cada linha representa um dos quatro avaliadores e cada coluna representa um dos vinte problemas de usabilidade. Cada um dos quadrados em uma intersecção de linha e coluna indica a identificação de um dos problemas de usabilidade por um dos avaliadores.

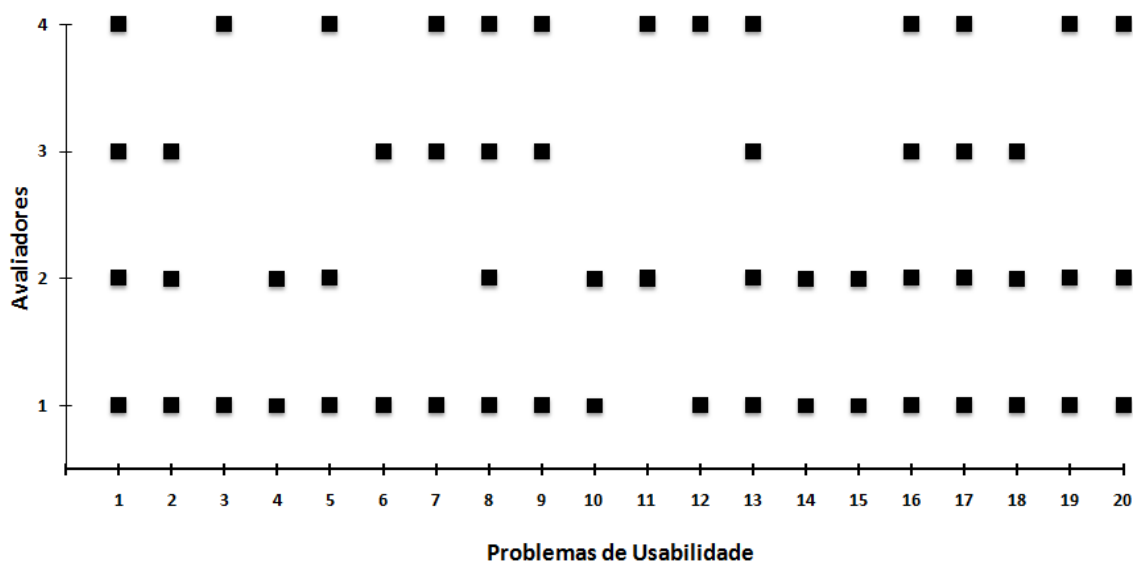


Figura 2 - Problemas de usabilidade encontrados pelos avaliadores.

Os principais problemas de usabilidade discutidos neste trabalho são aqueles que têm maior impacto na interação dos usuários com o sistema. Esses problemas foram selecionados devido ao grau de severidade (Problema Grande, segundo a escala da Tabela 2) e por terem sido encontrados por todos os avaliadores.

Um dos principais problemas identificados na interface do SIMMAQ 3D está relacionado ao controle da câmera. Por exemplo, na Figura 3 é mostrada a visão inicial do ambiente “Classificador de peças” na qual se pode visualizar apenas parte da esteira que compõe este ambiente. A interface não permite ao usuário reconhecer facilmente as opções de controle da câmera. Estas opções são fornecidas, mas o usuário não tem a informação de como proceder para realizar as rotações da câmera e a mudança do foco de visão. Esse problema está presente em todos os ambientes do sistema e interfere negativamente na interação do usuário.

Para melhor interação do usuário com o sistema recomenda-se que a interface apresente opções claras e legíveis de controle da câmera. O controle disponível pelo sistema não é intuitivo, pois não oferece claramente ao usuário, por exemplo, as opções de “mais zoom” e de “menos zoom”.

Outro problema identificado na interface no SIMMAQ 3D está relacionado à visibilidade do estado atual do sistema, uma vez que os usuários não tem retorno (*feedback*) de determinadas ações executadas. A visão que o usuário tem do ambiente não mostra o resultado das operações realizadas, por exemplo: inserir peças na esteira (ambiente “Classificador de peças”). Nesse exemplo, “inserir peças”, o sistema permite a inserção de várias peças no ponto de inicialização, mas o usuário não tem a visualização de que está ocorrendo a inserção. Assim, o usuário conclui que o sistema não está operando de forma correta e continua inserindo cada vez mais peças, conforme pode ser observado na Figura 4.

Uma recomendação possível para melhor interação do usuário com o sistema seria a inserção de mensagens informando o usuário do estado atual de suas ações, isto é, que o comando do usuário foi realizado.



Figura 3 - Interface inicial do ambiente “Classificador de Peças”.



Figura 4 - Rotação da câmera e verificação das peças inseridas.

Também foi identificada a necessidade de campos para inserção de valores exatos pelo usuário nas funções “controle de velocidade da esteira”, que não é rotulado no painel do controle, e “acrescentar fluido”, ao invés de somente utilizar controles deslizantes (*sliders*), conforme pode ser observado na Figura 5.

Um campo para a inserção direta de valores numéricos proporcionaria maior flexibilidade e eficiência de uso do sistema, pois os controles atuais não permitem a inclusão rápida de valores precisos. Assim, os usuários gastam um tempo considerável para ajustar os valores requeridos por meio dos atuais controles disponíveis pelo sistema.

Outro problema identificado foi a falta de botões de comandos básicos para ações como “sair” e “retornar ao menu principal”. A não existência dessa facilidade prejudica o controle e liberdade do usuário ao interagir com o sistema, como pode ser observado no painel principal do sistema mostrado na Figura 6. A implementação de botões de comando com essas funções é rápida e proporcionaria uma melhoria importante com relação ao controle do usuário.

O sistema também não disponibiliza o suporte aos usuários ao reconhecimento, diagnóstico e recuperação de erros. Nenhuma mensagem é enviada aos usuários diante de situações difíceis da interação, indicando o provável problema e sugerindo soluções. Uma recomendação indicada seria a implementação de algum tipo de sistema de ajuda (*help*), preferencialmente sensível ao contexto da ação do usuário.



Figura 5 - Painel de Controle do SIMMAQ 3D.

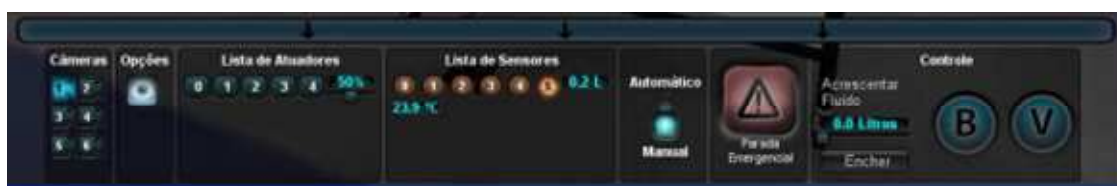


Figura 6 - Painel principal do SIMMAQ.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O computador é um instrumento poderoso e versátil na área da educação e seu potencial deve ser usado principalmente como um bom recurso didático de aprendizagem. As questões relacionadas à boa interação do usuário com um software educacional adquirem cada vez mais importância, visto que problemas de interface podem ocasionar obstáculos no processo ensino-aprendizagem.

Neste trabalho foram apresentados os resultados de uma avaliação de usabilidade com o método Avaliação Heurística, bem como sugestões para a melhoria da interface do SIMMAQ 3D, um sistema virtual para apoio ao ensino de automação industrial.. Este estudo teve como finalidade apontar problemas relacionados à interface desse software educacional, assim como sugerir recomendações para o aperfeiçoamento de sua interface de usuário.

A avaliação heurística mostrou-se eficaz para a detecção de problemas na interface do software SIMMAQ 3D, usando como base as heurísticas previamente definidas. Em termos de tempo, o método pode ser considerado bastante aceitável, pois em algumas horas procedeu-se a inspeção da interface do sistema, a compilação dos problemas, a atribuição de níveis de severidade e a tabulação final dos resultados.

O conjunto de princípios ou heurísticas, por serem gerais, foi aplicado à interface do sistema avaliado. É importante ressaltar que a avaliação heurística, apesar de ser um método considerado subjetivo, não se baseia apenas em opiniões pessoais, mas também

no conjunto de heurísticas. Entretanto, foi observada a necessidade de adaptar as heurísticas originais propostas por Nielsen (1994), com o objetivo de avaliar o sistema de simulação de processos industriais. Enquanto algumas das heurísticas são aplicáveis, outras não são adequadas.

O software SIMMAQ 3D, ainda em fase de desenvolvimento, apresentou alguns problemas de usabilidade que afetam a interação do usuário. A implementação das recomendações apresentadas para cada problema de usabilidade encontrado pode tornar a interface do sistema SIMMAQ 3D mais amigável, aumentando a satisfação do usuário na interação com este sistema e facilitando o processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Araucária, Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (SETI-PR) e Governo do Estado do Paraná pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARDITO, C.; COSTABILE, M. F.; DE MARSICO, M.; LANZILOTTI, R.; LEVIALDI, S.; ROSELLI, T.; ROSSANO, V. An Approach to Usability Evaluation of E-Learning Applications. *Universal Access in the Information Society*, v. 4, n. 3, p. 270-283, 2006.
- BACHELARD, G. Formação do espírito científico. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BLANDFORD, A.; KEITH, S.; CONNELL, I.; EDWARDS, H. Analytical Usability Evaluation for Digital Libraries: A Case Study. *Proceedings: 4th ACM/IEEE-CS Joint Conference on Digital Libraries*. Tucson: ACM Press, 2004. p. 27-36.
- CAMPOS, G. H. B. Avaliação da qualidade de software educacional. 1996. Tese (Doutorado). COPPE, UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.
- COSTABILE, M. F.; DE MARSICO, M.; LANZILOTTI, R.; PLANTAMURA, V. L.; ROSELLI, T. On the Usability Evaluation of E-Learning Applications. *Proceedings: 38th Hawaii International Conference on System Science*. Washington, DC: IEEE Computer Society, 2005. p. 1-10.
- CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST, R. Ergonomia e usabilidade: conhecimentos, métodos e aplicações. 2. Ed. São Paulo: Novatec, 2010.
- DIAS, C. Usabilidade na web: criando portais mais acessíveis. Rio de Janeiro: Altabooks, 2003.
- DIX, A. J.; FINLAY, J. E.; ABOWD, G. D.; BEALE, R. *Human-Computer Interaction*. 3. Ed. Harlow Essex: Pearson Education Limited, 2004.
- ISO/IEC. ISO/IEC 14598-5:1998 Information technology – Software product evaluation – Part 5: Process for evaluators. 1998.
- HOLLINGSIED, T.; NOVICK, D. G. Usability inspection methods after 15 years of research and practice. *Proceedings: 25th Annual ACM International Conference on Design of Communication (SIGDOC '07)*. New York: ACM, 2007. p. 249-255.
- KAROULIS, A. and POMBORTSIS, A. Heuristic Evaluation of Web-Based ODL Programs. In: Ghaoui, C. (Ed.), *Usability Evaluation of Online Learning Programs*. Hershey, PA: Information Science Publishing, 2003.
- LENAT, D. B. The nature of heuristics. *Artificial Intelligence*, v. 19, n. 2, p. 189-249, 1982.
- LEVY, P. As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.



- NIELSEN, J. Heuristic evaluations. In: Nielsen, J.; Mack, R. L. (Eds.). Usability Inspection Methods. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- NIELSEN, J. Usability engineering. San Francisco, CA: Morgan Kaufmann, 1993.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. Heuristic evaluation of user interfaces. Proceedings: SIGCHI conference on Human factors in computing systems. New York: ACM, 1990. p. 249–256.
- PREECE, J.; ROGERS, Y.; SHARP, H. Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction. 2. Ed. New York: John Wiley & Sons, 2007.
- PRESSMAN, R. Software engineering: a practitioner's approach. New York: McGraw-Hill, 2010.
- SHNEIDERMAN, B.; PLAISANT, C. Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction. 4. Ed. New York: Addison-Wesley, 2005.
- SQUIRES, D.; PREECE, J. Predicting Quality in Educational Software: Evaluating for Learning, Usability and the Synergy Between them. Interacting with Computers, v. 11, n. 5, p. 467-483, 1999.
- SSEMUGABI, S.; DE VILLIERS, M. R. Usability and Learning: A Framework for Evaluation of Web-Based ELearning Applications. Proceedings: World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications (ED-MEDIA 2007). Chesapeake, VA: AACE, 2007. p. 906-913.

USING THE HEURISTIC EVALUATION METHOD FOR EVALUATING THE INTERFACE OF A VIRTUAL SYSTEM FOR SUPPORT TO THE TEACHING INDUSTRIAL AUTOMATION

Abstract: *The educational software is an emerging field in the education environment, using more advanced technologies. The objective of this work is to contribute to the study of evaluation methods applied to educational software interface, presenting the results of a usability evaluation, as well as suggestions for improving the interface of a virtual system for support to the teaching industrial automation. The used method, Heuristic Evaluation, has showed effective for identification of the main usability problems that hinder the user interaction.*

Key-words: *User Interface, Usability, Evaluation Method, Heuristic Evaluation, Educational Software*