

DESENVOLVIMENTO DE UM PROGRAMA COMPUTACIONAL DIDÁTICO PARA A MODELAGEM DE PROTÓTIPOS VIRTUAIS UTILIZANDO PLATAFORMA CAD

Antônio Eustáquio de Melo Pertence

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos 6627, Campus da Pampulha, B. Hte., Minas Gerais, Cep. 31270-901, pertence@demec.ufmg.br

Antônio Ribeiro Rodrigues

Universidade Federal de Minas Gerais, Graduando em Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos 6627, Campus da Pampulha, B. Hte., Minas Gerais, Cep. 31270-901

Haroldo Béria Campos

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento Engenharia Mecânica, Av. Antônio Carlos 6627, Campus da Pampulha, B. Hte., Minas Gerais, Cep. 31270-901

Paulo Roberto Cetlin

Universidade Federal de Minas Gerais, Departamento de Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Rua Espírito Santo 35, Belo Horizonte, Minas Gerais, Cep. 31130-030, pcetlin@demet.ufmg.br

Resumo. *O desenvolvimento de novos produtos e o aprimoramento dos já existentes tem estado intimamente ligado à criação e teste de protótipos virtuais e físicos, desde a aplicação conceitual, até a avaliação funcional. Estes protótipos têm sido utilizados nas mais diversas áreas tais como: engenharia, arquitetura, medicina, artes, arqueologia, etc. Na Engenharia Mecânica são largamente aplicados para a avaliação de design, propriedades mecânicas, aspectos de fabricabilidade, desempenho, etc. São utilizados tanto na avaliação de peças, como na preparação de moldes e matrizes nas áreas de estampagem, conformação massiva, fundição, etc. O presente artigo apresenta o desenvolvimento de um programa computacional para a geração de protótipos virtuais utilizando plataforma CAD. O programa foi desenvolvido em linguagem estruturada apresentando uma interface gráfica capaz de utilizar em tempo real uma plataforma CAD como elemento executor de tarefas. Para possibilitar a integração entre a interface gráfica do programa computacional e a plataforma CAD serão usadas técnicas de automação do tipo “Active X”, onde os programas que utilizam estas técnicas podem funcionar de duas maneiras: como programa “Slave” ou como programa “Client”. O programa slave, ou seja, “escravo”, disponibiliza sua interface de programação para que seus comandos sejam usados externamente. O programa client, ou seja, “controlador”, possui a capacidade de interagir com o programa slave de modo a controlá-lo externamente, enviando comandos a serem feitos e recebendo resultados.*

Palavras-chave: *Protótipo Virtual, Plataforma CAD, Modelador de Sólidos.*

1. INTRODUÇÃO

A produção de equipamentos mecânicos corresponde a uma parcela importante da geração de bens de capital. Para a melhoria da produtividade e resposta mais rápida às necessidades técnicas, procura-se automatizar os procedimentos de cálculo dos vários elementos mecânicos, seja usando teorias básicas de resistência dos materiais ou aplicando o método de elementos finitos para uma

avaliação mais precisa das tensões e deformações atuantes. Para tanto se faz necessário a modelagem tridimensional destes elementos mecânicos.

Observa-se ainda que há um crescente interesse na geração de protótipos virtuais dos elementos mecânicos já dimensionados para um melhor estudo das interferências com outras peças, da cinemática de funcionamento dos conjuntos mecânicos e da melhor sequência de operação nos processos de fabricação.

Na área de ensino de graduação o uso de protótipos virtuais tem sido cada vez mais aplicado. Em áreas importantes de ensino tais como, desenho mecânico, elementos mecânicos e projetos de máquinas, os protótipos virtuais didáticos tem-se mostrado importantes para melhoria do aprendizado. A construção destes protótipos, além da possibilidade de visualização tridimensional, proporciona melhorias da interpretação geométrica e raciocínio espacial, muito importantes no aprendizado do projeto de máquinas, o que torna possível a concepção de peças e montagem de protótipos.

Na área de desenho mecânico os protótipos virtuais tem sido largamente utilizados (French, 1995 e Provenza, 1996). A passagem do tridimensional para o bidimensional e vice-versa, demanda interpretação geométrica, onde ocorre a percepção de sua constituição de forma, posição e proporção em seus valores nominais, construindo na mente um modelo correspondente, vívido e consistente. Lidando-se com sólidos elementares na construção dos modelos, enriquece-se a base conceitual interpretativa por serem eles os referenciais interpretativos geométricos. Partindo-se da associação desses elementos simples pode-se formar sólidos relativamente complexos. As habilidades espaciais entram num ciclo evolutivo uma vez que o trabalho com os sólidos elementares refina os conceitos espaciais e por sua vez o refinamento dos mesmos possibilita maior eficácia em novas interpretações geométricas (Gardner, 1994 e Nunes 1998).

No presente artigo é mostrado o desenvolvimento de um programa computacional para a modelagem de protótipos virtuais utilizando plataforma CAD. O programa foi desenvolvido em linguagem estruturada apresentando uma interface gráfica capaz de utilizar em tempo real uma plataforma CAD como elemento executor de tarefas. Para possibilitar a integração entre a interface gráfica do programa computacional e a plataforma CAD serão usadas técnicas de automação do tipo “Active X”, onde os programas que utilizam estas técnicas podem funcionar de duas maneiras: como programa “Slave” ou como programa “Client”. O programa slave, ou seja, “escravo”, disponibiliza sua interface de programação para que seus comandos sejam usados externamente. O programa client, ou seja, “controlador”, possui a capacidade de interagir com o programa slave de modo a controlá-lo externamente, enviando comandos a serem feitos e recebendo resultados.

2. FORMAS DE CONSTRUÇÃO DE ELEMENTOS TRIDIMENSIONAIS

Existem alguns modos de construção de elementos volumétricos, tais como: extrusão e ou revolução de um perfil e manipulação de sólidos elementares (Erbe, 1999 e Ruiz, 1999).

O processo de criação de sólidos por meio de extrusão, consiste em desenhar o perfil da peça a ser construída e em seguida fazer com que esse perfil seja extrudado na direção de um eixo escolhido. No caso da revolução o perfil da peça a ser construída, sofre um processo de revolução em torno de um eixo escolhido formando o sólido desejado. A figura (1) indica o exposto acima.

Apesar desse processo ser simples e de fácil realização, torna-se inviável quando se pretende criar um elemento mecânico que possua formas geométricas mais complexas com diferentes perfis, como mostra a Fig. (2).

O procedimento de construção por meio de sólidos elementares consiste em criar formas geométricas padronizadas (cilindro, paralelepípedo, prismas, esferas, torus, cone, etc.), e por meio de aplicação de operações booleanas (soma, subtração e interseção), consegue-se a formação de elementos mecânicos. Na Figura (3) foram criados vários sólidos elementares (cilindro, paralelepípedo, esfera e prismas) objetivando a formação do elemento mecânico. Todos os sólidos elementares foram associados através de operações booleanas. A operação booleana de subtração foi utilizada onde as arestas em excesso são eliminadas, resultando no sólido final.

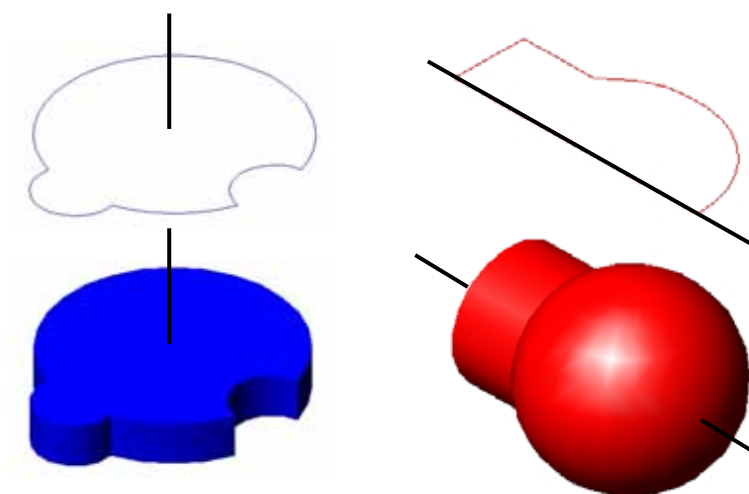


Figura 1 Processo de criação de sólidos por meio de extrusão e revolução

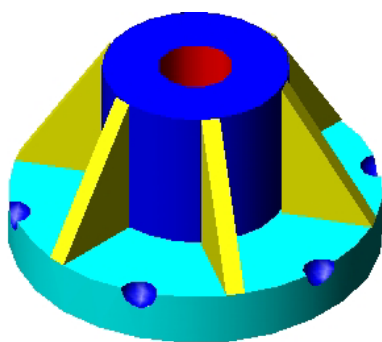


Figura 2 Sólido com forma geométrica mais complexa

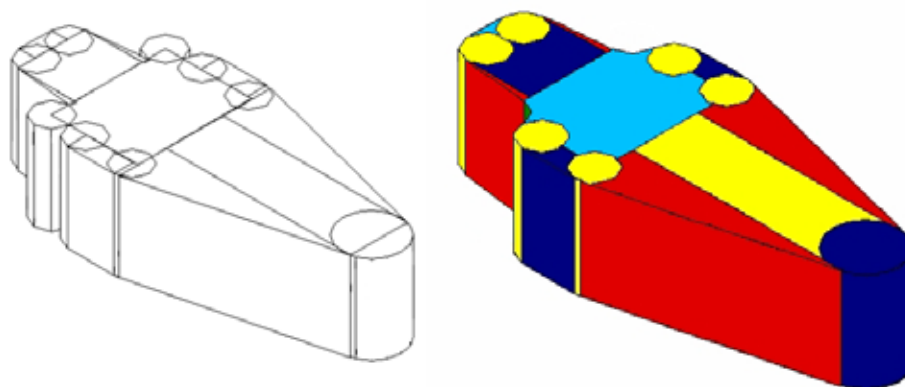


Figura 3 Criação, soma e subtração de sólidos elementares

3. O PROGRAMA 3DFORM

O “3Dform-Beta1” é um programa didático de geração de protótipos virtuais em desenvolvimento no Laboratório de Projetos Mecânicos do Dpto. Eng. Mecânica da UFMG (Pertence, 2002 e Pertence, 2002a) que utiliza a associação de sólidos elementares através de operações de soma, subtração e interseção. Este programa funciona como programa “Client”, controlador das ações de geração de elementos sendo capaz de gerenciar programas “Slave” como o caso da plataforma CAD que disponibiliza uma interface de programação para que seus comandos sejam usados externamente (Halvorson, 1997, Omura, 2000 e Foley, 1990).

O programa “3Dform-Beta1” é desenvolvido na linguagem Visual Basic® 6 para controlar uma plataforma CAD representada pelo AutoCAD® 2004, cujas principais características são :

- controlar as ações de geração de sólidos elementares (esferas, cones, cilindros, paralelogramos, etc) em plataforma CAD com as dimensões e posições espaciais desejadas;
- promover a aplicação de funções booleanas de soma, subtração, interseção aos sólidos elementares gerados em plataforma CAD, possibilitando a construção dos sólidos tridimensionais desejados;

- possibilitar um processo contínuo de edição e visualização em várias posições de observação durante a geração dos sólidos tridimensionais além da impressão dos resultados.

A interface gráfica do programa “3Dform-Beta1”, apresentado na Fig. (4), possui as seguintes características:

- oferece a capacidade de criação de formas geométricas complexas a partir de sólidos elementares;
- permite a exibição imediata do histórico de criação do objeto através de uma árvore de visualização;
- permite salvar e recuperar um arquivo que contém todo o histórico de criação do desenho;
- permite salvar e recuperar um desenho já iniciado;
- apresenta interface agradável e de fácil utilização;
- possui comandos com fácil acessibilidade.

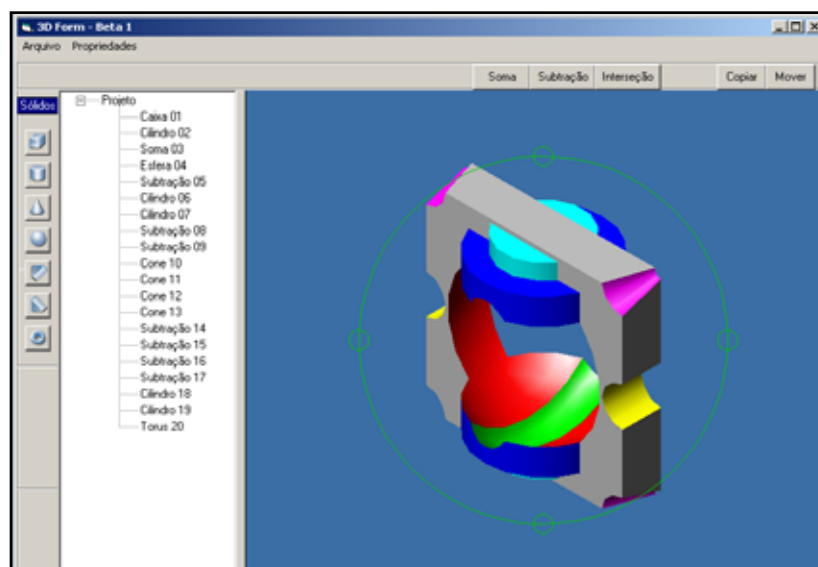


Figura 4 Tela principal do programa 3Dform-Beta1

A tela principal do programa 3D FORM-Beta1 é dividida em regiões com funções definidas:

- Região de Comandos Principais localizada na faixa superior da tela principal Fig.(5), contém atualmente os comandos de arquivo (novo, abrir, salvar como, sair), comandos de edição de propriedades (cor dos sólidos, vistas preferenciais), além dos comandos de operação booleana (soma, subtração, interseção) e de modificação (copiar, mover). Pretende-se implementar nos comandos de arquivo: importar e exportar, nos comandos de operação booleana: revolução e extrusão e nos comandos de modificação : limpar e rotacionar. Além disso, a colocação de um comando de ajuda com instruções de uso e sobre o programa.

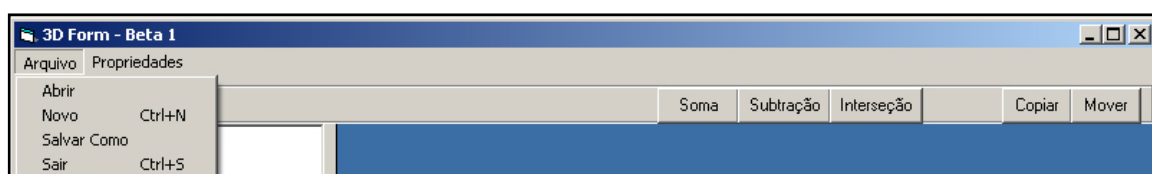


Figura 5 Região de comandos principais

Quando um dos comandos de operação booleana é acionado, ativa-se a janela correspondente que possibilita a seleção dos objetos desejados, sejam eles sólidos elementares ou sólidos resultantes de operações booleanas anteriores. O processo sempre é executado considerando-se a seleção de dois objetos por vez. A Figura (6) ilustra as janelas para as operações de soma, subtração e interseção.

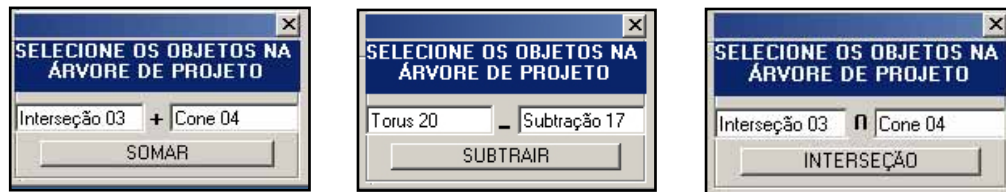


Figura 6 Janelas para as operações de soma, subtração e interseção

Quando se deseja utilizar os comandos de mover e copiar, o programa disponibiliza em seqüência opções de pontos de origem e destino, a partir dos quais a operação será realizada como indica a Fig. (7). Estes pontos podem ser relacionados ao objeto que se deseja mover ou copiar ou a qualquer outro objeto selecionado no projeto, ou ainda a qualquer outro ponto aleatório, previamente definido.

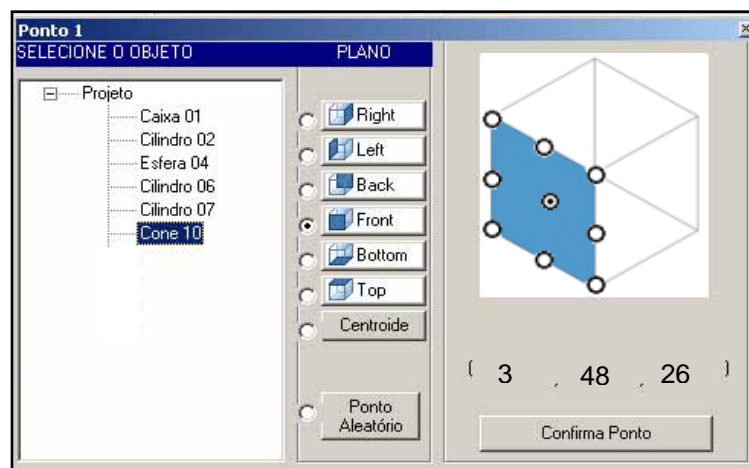


Figura 7 Definição dos pontos de origem e destino para os comandos mover e copiar

- Região de Histórico Instantâneo, Fig.(8), situada na região lateral esquerda da tela principal é destinada à exibição instantânea do histórico da geração dos protótipos virtuais, ou seja, exibe a seqüência de criação, permitindo manter com clareza a seqüência de criação do sólido. Assim é possível parar e recomençar um projeto de geração a qualquer momento, bem como, voltar a qualquer fase anterior do projeto.

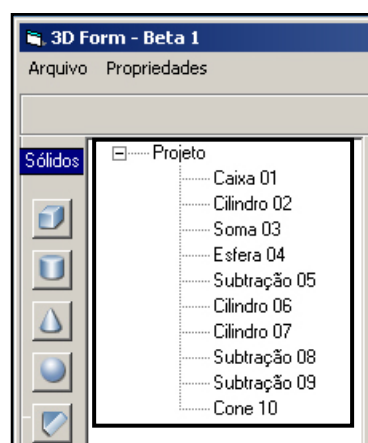


Figura 8 Região de histórico instantâneo

- Região de Geração de Sólidos Fig.(9), está localizada também na parte lateral esquerda da tela principal e contém os comandos destinados à geração de sólidos elementares.

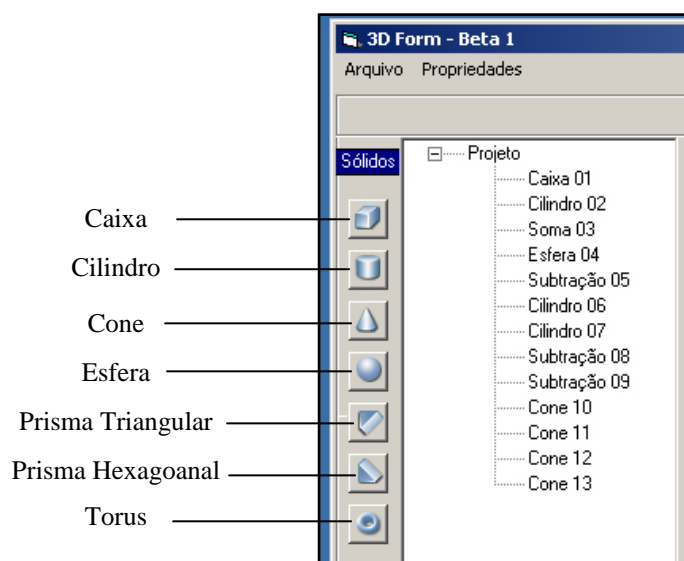


Figura 9 Região de geração de sólidos

- Região de Entrada de Dados dos Sólidos Elementares, Fig.(10), é situada em janela independente, sendo destinada ao fornecimento dos dados de criação dos sólidos elementares. Posteriormente pretende-se implementar opções de orientação dos eixos X,Y,Z, atualmente com uma única definição padrão. Como é possível acessar qualquer fase anterior do projeto de construção de um dado protótipo virtual através da região do histórico instantâneo, pretende-se utilizar a mesma janela como base para geração de novos sólidos a partir da edição de sólidos anteriormente criados.

- Região de Visualização de Desenho, Fig.(11) é situada na região lateral direita, sendo destinada a visualização do desenho tridimensional. Além disso, há também a possibilidade do uso de sistema de posicionamento orbital, zoom, shade, pan.

A imagem mostra a janela "Criar Caixa" do software. Ela contém campos de entrada para a origem (X, Y, Z) e as dimensões (LARGURA, PROFUNDIDADE, ALTURA). Os valores padrão são 0 para a origem e 25, 39 e 48 para as dimensões. Há um botão "Desenhar" no rodapé.

ORIGEM	
X	0
Y	0
Z	0
DIMENSÕES	
LARGURA	25
PROFUNDIDADE	39
ALTURA	48

Desenhar

Figura 10 Região de entrada de dados dos sólidos elementares

Para permitir maior flexibilidade e facilidade de desenho foi necessário viabilizar, como em qualquer programa gráfico, um sistema de salvamento e recuperação do desenho criado, pois, assim é possível parar e recomeçar um projeto a qualquer momento. Quando o usuário executa a operação salvar, o formulário "Salvar" torna-se ativo. Neste formulário o usuário fornece o nome do projeto e assim, o programa salva arquivo de histórico e arquivo de desenho.

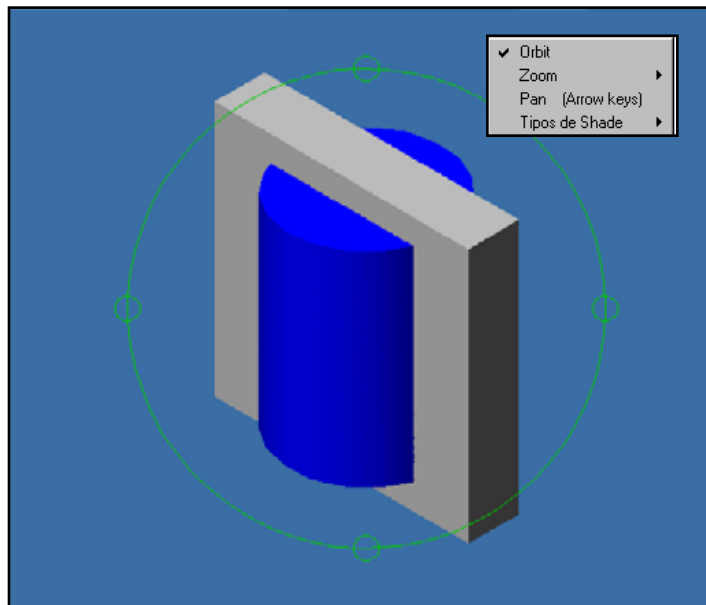


Figura 11 Região de visualização de desenho

O formulário “Abrir”, como mostra a Fig.(12), torna-se ativo quando o usuário executa a operação de abrir. Neste formulário o usuário escolhe o projeto a ser aberto, permitindo simultaneamente a recuperação dos arquivos anteriormente salvos.

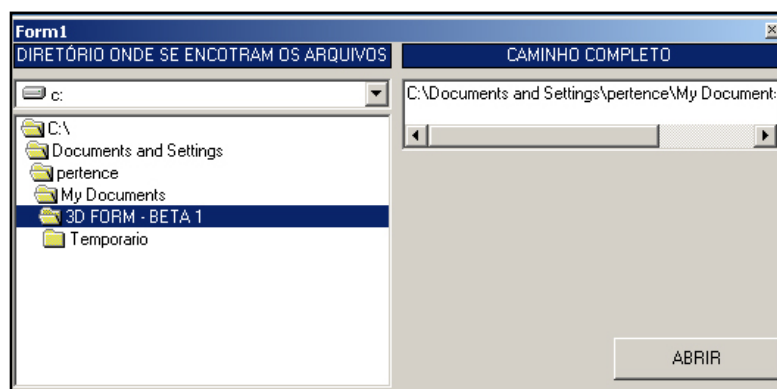


Figura 12 Formulário abrir

4. CONCLUSÃO

O desenvolvimento de protótipos virtuais utilizando o programa “3Dform-Beta1” tem-se mostrado interessante no ensino de Engenharia Mecânica. O aprendizado nas áreas de desenho mecânico, de alguns discentes têm sido avaliado através de trabalhos didáticos desenvolvidos através deste programa.

O programa “3Dform-Beta1”, o qual utiliza a metodologia de criação dos protótipos virtuais modelos através do uso de sólidos elementares, foram muito bem aceito entre estes discentes. Os resultados obtidos após uma avaliação da aprendizagem foram considerados satisfatórios, uma vez que a capacidade de interpretação geométrica espacial foi muito maior do que em turmas convencionais nas quais se utilizaram técnicas clássicas de aprendizagem. Isto ficou evidenciado a partir da aplicação de exercícios de avaliação, onde eram necessários conhecimentos de leitura e interpretação de desenho e boa capacidade de interpretação espacial.

O próximo passo será a utilização o programa 3Dform-Beta1 em turmas regulares de desenho mecânico e projetos de máquinas.

5. REFERÊNCIAS

- Erbe, H. H., e Sepulveda, E. , 1999, “La Tecnologia de Prototipos Rápidos y sus Aportes al Desarrollo de Productos”, Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica.
- Foley, D. J.,1990, “Computer Graphics: Principles and Practice”, Addison-Wesley.
- French,T. E. e Vierk, C. J., 1995 “Desenho Técnico e Tecnologia Gráfica”, Ed. Globo, Brasil.
- Gardner, H., 1994 “Estrutura da Mente : A teoria das inteligências múltiplas”, Ed. Artes Médicas Sul, Brasil.
- Halvorson, M., 1997 “Microsoft Visual Basic 5, Passo a Passo”, Makron books, São Paulo, Brasil.
- Nunes, A. C. L. e Ramos, W. S., 1998 “Proposta Metodológica Complementar/Auxiliar Baseada nos Atuais Processos de Multimídia aplicados ao Ensino de Desenho, Especificamente Geometria Descritiva e Desenho Técnico”, Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia.
- Omura G.,2000, “Dominando o AutoCAD® 2000”, Livros Técnicos e Científicos, Brasil.
- Pertence, A. E. M., Jardim, H. V., Santos, D. M. C. Desenvolvimento de Modelos 3D em plataforma CAD/CAM. Revista Máquinas e Metais. São Paulo: , n.435, p.296 - 311, 2002.
- Pertence, A. E. M., Jardim, H. V., Amaral, D. Desenvolvimento de Habilidades da Inteligência Espacial Aplicadas ao Ensino de Desenho Mecânico In: XXX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2002, Piracicaba. Anais do XXX Congresso de Ensino de Engenharia. Piracicaba: Unimep, 2002a
- Provenza, F. 1996 “Desenhista de Máquinas”, Editora Provenza, São Paulo, Brasil.
- Ruiz, A. A., e Cruz, I. F., 1999, “Sistema CAD/CAM Paramétrico”, Congresso Iberoamericano de Engenharia Mecânica.

DEVELOPMENT OF THE DIDACTIC SOFTWARE FOR THE MODELING OF VIRTUAL PROTOTYPE USING PLATFORM CAD

Antônio Eustáquio de Melo Pertence

Federal University of Minas Gerais, Department of Mechanical Engineering, Av. Antônio Carlos 6627, Campus da Pampulha, B. Hte., Minas Gerais, Cep. 31270-901, pertence@demec.ufmg.br

Antônio Ribeiro Rodrigues

Federal University of Minas Gerais, Graduate of Mechanical Engineering, Av. Antônio Carlos 6627, Campus da Pampulha, B. Hte., Minas Gerais, Cep. 31270-901

Haroldo Béria Campos

Federal University of Minas Gerais, Department of Mechanical Engineering, Av. Antônio Carlos 6627, Campus da Pampulha, B. Hte., Minas Gerais, Cep. 31270-901

Paulo Roberto Cetlin

Federal University of Minas Gerais, Department of Metallurgy and Materials, Rua Espírito Santo 35, Belo Horizonte, Minas Gerais, Cep. 31130-030, pcetlin@demet.ufmg.br

Abstract. *The development of new products and the improvement of already the existing ones, have been on the creation and test of virtual and physical prototype, since the conceptual application, until the functional evaluation. These prototype have been used in the most diverse areas such as: engineering, architecture, medicine, arts, archaeology, etc. In Mechanical Engineering they are applied for the evaluation of design, mechanical properties, aspects of machining, performance, etc. They are used in such a the evaluation of parts, as in the preparation of molds and dies in the stamping, metal forming, casting, etc. The present paper indicates the development of a didactic software for the generation of virtual prototype using platform CAD. The program was developed*

in structural language presenting a graphical interface capable to use in real time a platform CAD as element executor of tasks. To make possible the integration enters the graphical interface of the computational program and platform CAD, will be used techniques of automation of the type of “Active X”, where the programs that use these techniques can function in two ways: how “Slave” or “Client”. The software “slave”, opens its interface of programming so that its commands are used external. The software “client”, possess the capacity to interact with the software “slave” in order controls it external, sending commands to be done and receiving resulted.

Keyword : *Virtual prototype, Platform CAD, Solid Modeler*