

A INTEGRAÇÃO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA NO ENSINO-APRENDIZAGEM DO DESENHO TÉCNICO

Francisco de Assis Toti ¹; Iberê Luís Martins ¹; Ariane Diniz Silva ²

Departamento de Mecânica da Faculdade de Tecnologia de Sorocaba – Fatec-So

(1) Professor, (2) Auxiliar docente

Av. Engenheiro Carlos Reinaldo Mendes, 2015

Alto da Boa Vista - CEP: 18013280 - Sorocaba – SP

ftoti@terra.com.br,

ibere@globo.com, ariane_ds@yahoo.com.br

Resumo: *Este trabalho tem como finalidade apresentar uma contribuição metodológica ao campo do ensino-aprendizagem do desenho técnico mecânico, a fim de auxiliar no desenvolvimento da percepção espacial dos alunos, através da utilização do sistema de CAD (Computer Aided Design) 3D/2D e as suas inter-relações. Como recurso didático foi utilizada animação gráfica do objeto modelado e seus respectivos cortes gerados em 3D e sua transição para o 2D. Capacitar o educando para a leitura e interpretação do desenho técnico não é tarefa fácil, principalmente no estágio que o aluno encontra-se no início do curso de nível superior. A interpretação de um objeto a partir das vistas ortográficas depende em especial, da capacidade de visualização mental espacial, particularmente quando é necessária a representação abstrata do objeto real, como é o caso da aplicação de cortes para mostrar detalhes e dimensões para a sua fabricação.*

Palavras-chave: *Desenho técnico, Sistema CAD 3D/2D, Ensino-aprendizagem, Computação gráfica*

1. INTRODUÇÃO

A integração da computação gráfica com o desenho técnico é crescente e considerada uma importante ferramenta de inovação tecnológica para auxiliar no método do ensino-aprendizagem tradicional. Dentre outras aplicações, pode ser utilizada para suprir as dificuldades apresentadas pelos alunos na visualização espacial (3D) de objetos e sua transição para a vista ortográfica (2D).

De acordo com RIMKUS (2006) a carência no desenvolvimento do raciocínio espacial nos conteúdos de 1º e 2º graus dos alunos ingressantes nos cursos de graduação, resulta em reconhecidas dificuldades em relação ao entendimento dos conceitos tratados nas disciplinas de desenho técnico.

Entretanto, aliado a esta carência, é perceptível atualmente que uma grande parcela dos alunos, compõe uma geração que conhece muito internet e televisão, desenvolvendo novas habilidades. Porém, lê e interpreta pouco. Nas aulas de desenho técnico isto fica evidente, pois o estudante tem que interpretar e construir mentalmente o modelo tridimensional do objeto, para representá-lo no sistema Mongeano de projeção que é bidimensional, assim, executando uma transição falha do 3D para o 2D (3D/2D). Este grau de dificuldade aumenta, por exemplo, quando é preciso aplicar um corte em determinado objeto para mostrar detalhes e suas dimensões.

De acordo com MAFALDA E KAWANO (1998), os tópicos de projeções e das vistas ortográficas exigem dos alunos níveis maiores de abstração, e como consequência ocasiona problemas de aprendizado, pois muitos estudantes apresentam dificuldades para interpretá-los.

Geralmente nesta disciplina, é utilizado para auxiliar no desenvolvimento do senso espacial, a execução de exercícios na prancheta, usando intensivamente as conversões possíveis entre objeto, desenho e perspectiva. Neste contexto, para melhorar a transmissão de conhecimentos e o desenvolvimento da visão espacial do aluno, a utilização dos *softwares* de modelagem (3D) dos objetos e/ou conjuntos é extremamente importante, pois esses modelos gerados são dinâmicos e suas animações gráficas facilitam muito a visualização e a sua compreensão.

Para HARRIS (2006) conteúdos que antes exigiam um determinado esforço dos alunos na captura, abstração e compreensão de conceitos, e por isso, além de dificultar a aprendizagem exigiam um tempo maior de assimilação, podem, atualmente, ser traduzidos com o uso de animações ou visualizações manipuláveis 3D, por exemplo, facilitando a compreensão e acelerando o processo de aprendizagem.

Porém, deparamos com um problema didático, porque a utilização destas novas ferramentas de comunicação e trabalho tem que ser planejada e implantada gradativamente, principalmente no início do aprendizado de desenho técnico. Não podemos tirar do aluno a iniciativa de interpretação e definição do desenho, qualidade fundamental e imprescindível para profissionais da área de projetos de um mercado atualmente cada vez mais concorrido.

Para FILHO & MACHADO (2003) ao considerar a aplicação na Educação do computador, ou qualquer produto tecnológico, é preciso ter claro, e em destaque, que a aprendizagem, a aquisição de um conhecimento novo, só ocorre com o engajamento pessoal do aprendiz. Nenhuma máquina pode colocar conhecimento em uma pessoa. Ela pode ser usada, para ampliar as condições do aprendiz de descobrir e desenvolver suas próprias potencialidades. Por esse motivo, caracterizar uma ferramenta em si, ao invés do seu uso como um recurso didático, é uma impropriedade.

2. HISTÓRICO DA COMPUTAÇÃO GRÁFICA NO BRASIL

No Brasil, na década de 60 começaram as pesquisas acadêmicas sobre a computação gráfica (CG), na área de projetos, com o auxílio do computador na criação de sistemas gráficos, e no mundo surgiu o termo CAD do inglês *Computer Aided Design* (Projeto Auxiliado por Computador). Gradativamente na década de 70, as empresas e setores ligados à área começaram a sua utilização visando à produtividade, e na década de 80 já utilizavam a computação gráfica em diversas áreas de aplicação.

Conseqüentemente surge um mercado de treinamento baseado no computador, que emergiu nos anos 90, e cursos foram criados principalmente para ensinar o CAD 2D, equivalente ao desenho em papel, surgindo o profissional “Cadista”, ou seja, o desenhista copista. Atualmente a CG está presente nos setores de engenharia (cálculos, projetos, experimental, protótipos, simulações, processos), da medicina (exames e cirurgias), de entretenimento (jogos eletrônicos e efeitos especiais), entre outros.

De acordo com SPECK (2005) o desenvolvimento das tecnologias de informática e dos sistemas de informação nas duas últimas décadas alteraram os processos e métodos de representação gráfica utilizada pelo desenho técnico no contexto industrial. Passou-se rapidamente da régua T e esquadro às máquinas de desenhar, aos programas comerciais de desenho 2D assistido por computador (os sistemas CAD) e mais recentemente a uma tendência para a utilização generalizada de sistemas de modelação geométrica 3D.

Isto está ocorrendo também, em função das ferramentas de CAD nas versões atuais estarem cada vez mais sofisticadas e ao mesmo tempo mais fáceis de operar. Por exemplo, após a simulação de movimentação de um conjunto mecânico é possível gerar um vídeo para apresentação.

Na área acadêmica, várias metodologias foram propostas para a integração do sistema CAD com o desenho tradicional, gerando bons resultados, mas ainda não se chegou a um consenso de quando e como deve ocorrer isso. Porém, é importante ressaltar que essas ferramentas não podem ser ignoradas pelas instituições, sob pena de formar futuros profissionais desatualizados.

3. A APLICAÇÃO DOS SISTEMAS CAD 2D E 3D NO DESENHO TÉCNICO

O sistema CAD é uma ferramenta de trabalho que proporciona ao desenhista, construir um desenho diretamente na tela do computador, seja em duas dimensões (2D) que apresentam limitações na visualização dos objetos, mas amplamente utilizado, por exemplo, para o desenho de detalhamento, seja em três dimensões (3D), a partir de *features* (conjunto de primitivas geométricas) o modelo sólido do objeto.

De acordo com SPECK et al (2001) existe diversas formas e possibilidades de se explorar e sistematizar convenientemente a utilização dos *softwares* de CAD 3D, como ferramentas que possuam recursos bem mais atrativos para os estudantes, pois estes *softwares* permitem a criação de sólidos com um grau de realismo elevado.

O avanço desta ferramenta, entre outros, está nos objetos dinâmicos gerados em 3D e seus respectivos cortes, dos mais simples aos complexos, pois facilitam a visualização e a compreensão, permitindo que o mesmo seja analisado dinamicamente (em qualquer plano ou ângulo de projeção desejado). Isto não ocorre na prancheta, onde se tem somente o recurso da representação em perspectivas (modelo estático), que podem ser utilizadas somente para objetos simples, pois, para os complexos não é recomendado, devido a quantidade de detalhes que seriam omitidos, dificultando a interpretação do desenho.

4. CONCEITUAÇÃO E APLICAÇÃO DE CORTE NO DESENHO TÉCNICO

Resumidamente é conveniente definir o conceito de Corte ou vista em corte para este trabalho. Corte é a representação em projeção ortogonal de um objeto em que uma de suas partes foi cortada e removida deixando visível a parte interior, objetivando “esclarecer” melhor a forma do objeto, facilitar a cotação e/ou indicar detalhes. Assim, oferece uma representação abstrata do objeto real, pois não se consegue normalmente visualizar seu interior. Também não existe objeto em duas dimensões. Esta é a primeira dificuldade de entendimento apresentada pelo aluno neste tópico.

Porém, é importante enfatizar que, quando o objeto a ser desenhado é simples, não tem detalhes internos (a não ser furos passantes de seção constante), em geral, ele pode ser representado com clareza por uma ou mais vistas externas, conforme a necessidade.

O corte em geral, é executado através da passagem de um plano (corte total) ou mais planos de corte, como por exemplo, o corte com desvio de rotação. Estes planos secantes são imaginários e a visualização do seu posicionamento é outra dificuldade detectada, porém necessária, pois temos objetos cuja representação em 2D seria praticamente impossível sem a utilização do corte.

O corte com desvio de rotação utiliza dois planos de corte radialmente dispostos, ligados entre si, através de setores de superfícies cilíndricas concêntricas e que após o corte são alinhados sobre o diâmetro principal, representando esses detalhes em verdadeira grandeza e

mantendo suas posições radiais. Neste trabalho será mostrado a aplicação do corte total e com desvio de rotação no modelo 3D e sua transição para a vista ortográfica 2D.

5. METODOLOGIA

Na Faculdade de Tecnologia de Sorocaba (Fatec-So), a introdução do computador no Curso de Mecânica nas modalidades de Projetos e Processos, ocorreu na década de 1990. Desde então, gradativamente ocorreu a implantação dos sistemas gráficos, em especial as ferramentas CAD.

A presença do computador na sala de aula, objetivando aumentar a eficácia no processo de ensino-aprendizagem tem sido acompanhada e avaliada pelo corpo docente, gerando um processo de aperfeiçoamento didático contínuo, fundamentado na condução das competências e habilidades que o aluno adquire e desenvolve durante a graduação.

Atualmente o aprendizado da linguagem e interpretação do Desenho Técnico é desenvolvido em três etapas como segue:

1- Desenho técnico tradicional (prancheta) com auxílio de recurso didático da computação gráfica, em especial as ferramentas CAD 3D/2D, visando o estudo das suas inter-relações, ou seja, transição do desenho tridimensional (3D) para o bidimensional (2D) e posteriormente do 2D para o 3D.

2- Desenho CAD 2D em que o aluno amplia seu conhecimento sobre detalhamento, documentação e organização do desenho técnico mecânico, aplicado a projeto didático de uma máquina. Nesta fase também é abordado o controle que o desenhista tem sobre a alteração do desenho nas vistas ortográficas em que a capacidade de visualização tridimensional é fundamental na escolha de soluções.

3- Desenho CAD 3D (Modelagem) em que o aluno desenvolve a metodologia de aplicação das ferramentas, analisando as dificuldades em que o projetista tem que considerar as três dimensões simultaneamente, que são próprias do processo de desenho. Dependendo do grau de complexidade do projeto, pode-se ou não iniciar o desenvolvimento do mesmo em 3D.

Paralelamente o curso oferece aos estudantes a capacitação em horários alternativos, à prática das ferramentas CAD 2D e 3D em atividades programadas. Esta capacitação é ministrada por uma equipe formada por professores, instrutores e estagiários (monitores).

Atualmente a Faculdade dispõe dos *softwares* para as ferramentas 2D o AUTOCAD versão 2007 [AUTODESK] e o PROGECAD. Para as ferramentas 3D o INVENTOR [AUTODESK], SOLID WORKS versão 2008 e o PRO/ENGINEER® versão Wildfire 3.0, o qual foi utilizado para este trabalho. Este *software* apresenta um bom desempenho da interface usuário/comandos para a construção de modelos e sua transição para o 2D. É importante o estudante conhecer *softwares* diferentes para a mesma aplicação. Assim fica claro que as ferramentas dos *softwares* são parecidas, mas o conceito do desenho técnico é uno.

5.1 Aplicação de corte em 3D e sua transição para o 2D

O objeto escolhido para estudo do tipo de corte a ser aplicado é uma polia de um canal em “V” com alma vazada, estudada no tópico de Transmissões Mecânicas Rotativas. Para isso, é apresentada em um conjunto mecânico virtual, destacando a função, posicionamento e fixação, através de animações gráficas, colocando em evidência a importância da “Visão Macro” do conjunto do qual o elemento está sendo utilizado, conforme mostra a figura 1.

Assim o aluno começa a compreender melhor a aplicabilidade da linguagem do desenho técnico.

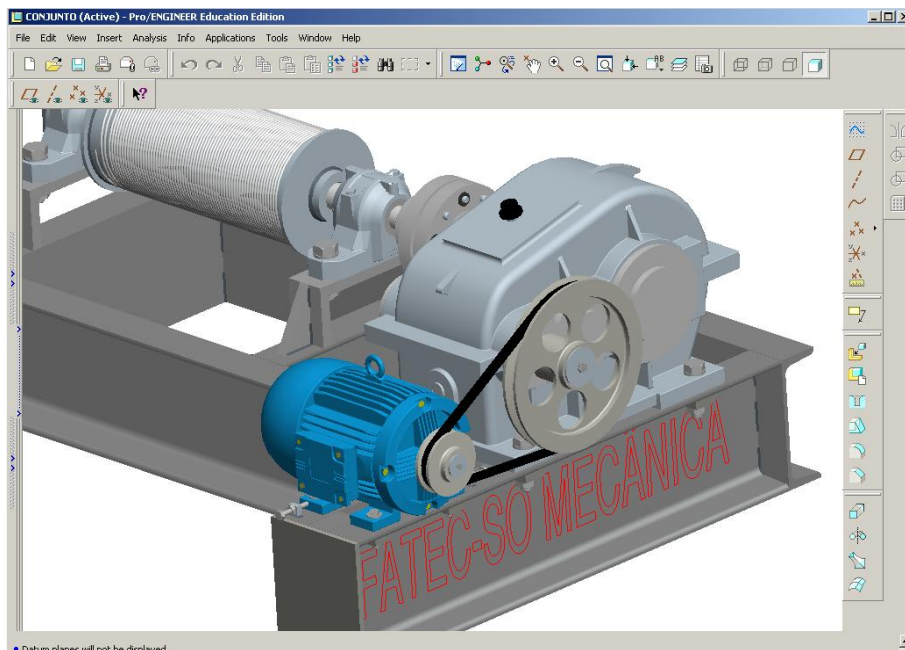


Figura 1 – Conjunto mecânico virtual utilizado no estudo.

Em seguida é mostrado somente o modelo gerado no *software* em 3D, para visualização espacial e análise de sua geometria, conforme ilustra a figura 2.

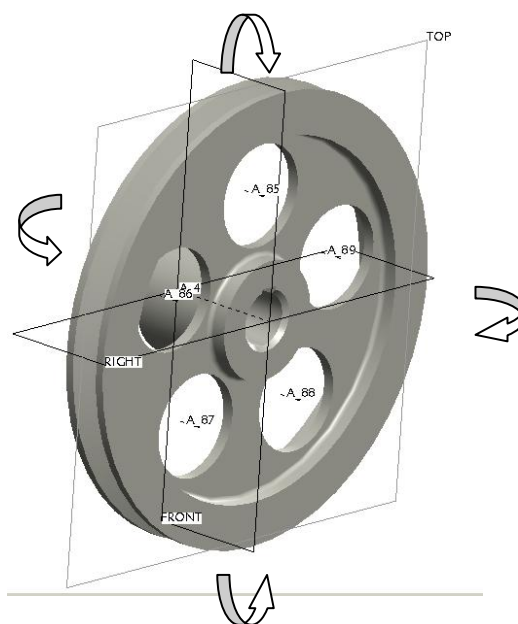


Figura 2 – Modelo gerado em 3D da polia com um canal em “V” com alma vazada.

Na seqüência, ocorre a manipulação da polia e os observadores, ou seja, alunos e professores discutem o tipo de corte que pode ser aplicado. No caso do corte total, o plano de corte tem que atravessar completamente a peça, atingindo suas partes maciças e terá que mostrar principalmente o detalhe do rasgo da chaveta. A figura 3 mostra o corte total, aplicado no plano *FRONT*, mostrando uma projeção completa do corte. Nota-se que somente um furo do alívio da alma vazada foi cortado e o outro ficou omitido, mostrando que o corte

com desvio de rotação será a melhor opção. Entretanto, neste caso pode-se também aplicar a omissão de corte, onde os elementos tais como: dentes de engrenagem; raios de rodas; eixos; esferas; nervuras, etc..., não são representados hachurados.

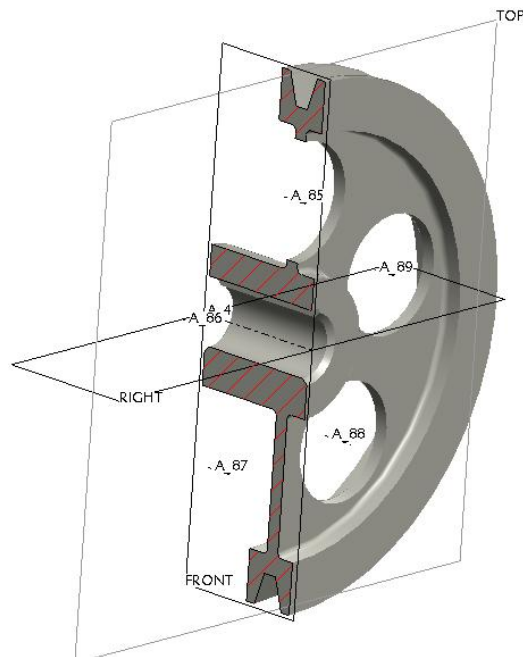


Figura 3 – Representação do corte total aplicado no plano frontal no modelo em 3D.

Porém, se for analisado este corte somente na vista ortográfica sem a aplicação da omissão de corte, pode-se ter uma interpretação errada dos furos de alívio, conforme mostra a figura 4.

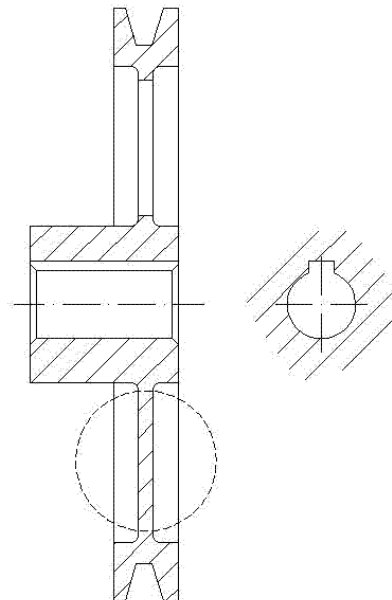


Figura 4 – Representação do corte total aplicado no plano frontal na vista ortográfica.

A figura 5 mostra o corte em 3D composto de planos concorrentes, onde os furos são representados sem rotação na posição real. Note que ficam bem visíveis os dois planos

concorrentes. A figura 6 mostra a transição do corte para o 2D, assim ocorrendo a rotação dos planos de corte até o eixo principal através de setores de superfícies cilíndricas concêntricas e que após o corte são alinhados sobre o diâmetro principal, representando esses detalhes em verdadeira grandeza e mantendo suas posições radiais.

O aluno visualizando o modelo 3D e a sua transição para o 2D, consegue compreender os planos de cortes possíveis e definir o tipo de corte que deve ser aplicado. Também adquire habilidade de rotação mental. Segundo CHOI (2001) a rotação mental é a habilidade de manipular, rotacionar, torcer ou inverter objetos tridimensionais. O indivíduo deve ser capaz de visualizar e rotacionar mentalmente os objetos em posições diferentes.

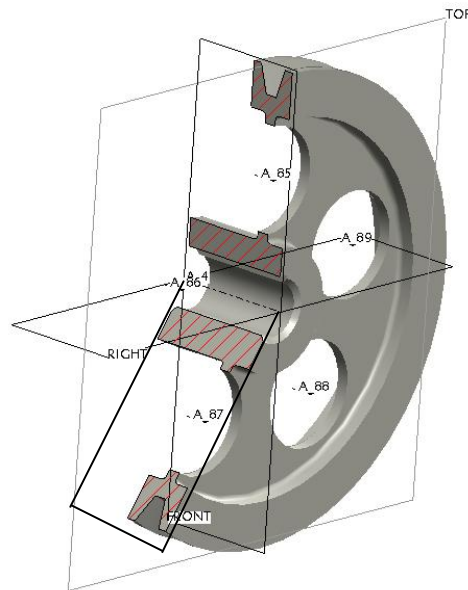


Figura 5 – Corte composto de planos concorrentes gerados no modelo em 3D.

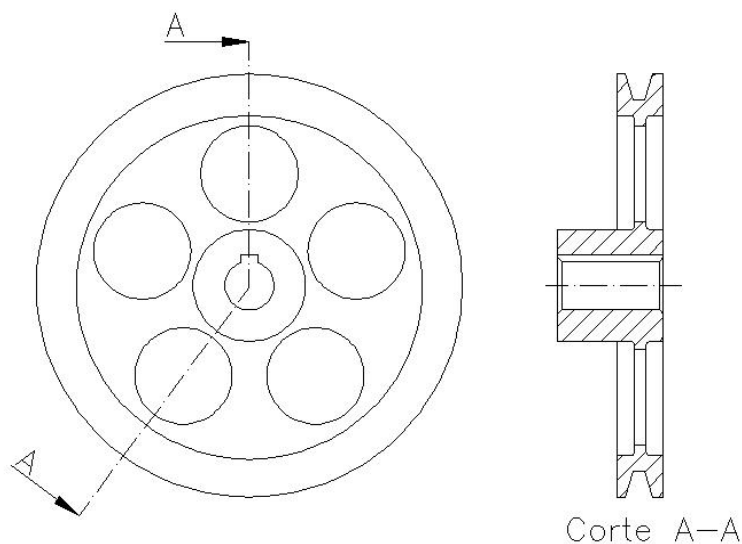


Figura 6 – Vista em corte 2D e vista ortográfica gerada a partir do modelo 3D da polia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resultados mostraram que a percepção espacial dos alunos melhorou com a utilização de informações visuais, através do sistema CAD 3D/2D, proporcionando maior entendimento e visualização espacial dos objetos e seus detalhes.

Com o uso desta metodologia foi notado um melhor resultado na tarefa de escolher o melhor plano e o tipo de corte a ser executado e um ótimo entendimento sobre sua projeção (2D). Nas correções dos exercícios propostos, em média 30% dos alunos erravam este tópico. Atualmente esta porcentagem é praticamente nula. Na verificação de aprendizagem final, ficou evidente a evolução dos alunos quanto à habilidade de visualização espacial a partir da projeção de um objeto, ou seja, as inter-relações 3D/2D.

De acordo com SEABRA & SANTOS (2004) a baixa habilidade de visualização espacial pode ser fator de dificuldade e desestímulo à aprendizagem da disciplina de geometria descritiva e de outras importantes disciplinas, básicas e aplicadas, nos cursos de Engenharia e outros. Dessa forma, a procura de mecanismos que eliminem estas barreiras e promovam a habilidade de visualização espacial é importante tema de pesquisa científica.

A proposta de usar como recurso audiovisual e não como ferramenta de trabalho o sistema CAD 3D/2D na etapa inicial do curso, dentre outros, deve-se às seguintes observações:

- o aluno ao desenhar com as ferramentas tradicionais no papel com formato definido, executado na prancheta, é induzido a “pensar” para definir a melhor escala, tendo uma visão mais clara das dimensões do objeto. Isto não ocorre com o computador, porque oferece um “espaço” na tela para desenhar que tende ao infinito.

- apresentar gradativamente as vantagens e desvantagens dos *softwares* de CAD, pois o desenho técnico exige conhecimentos além do que eles podem oferecer, por exemplo, quanto à função e as dimensões para fabricação.

Outro fator importante a ressaltar é a utilização gradativa do recurso da computação gráfica para melhorar o aprendizado. Entregar tudo pronto para o aluno, sem dar chance para ele tentar sozinho resolver o problema, ou seja, ter iniciativa, não é bom, pois com a informatização total da informação, pode-se ter um aluno limitado, sem capacidade crítica e conseqüentemente um profissional que o mercado descartará.

Cabe ressaltar que a instituição de ensino deve preparar um profissional versátil que poderá ter seu próprio empreendimento, em trabalhar em empresas de portes variados. Poderá ou não utilizar todas estas ferramentas de trabalho, dependendo do setor ou produto fabricado, mas com certeza usará a linguagem do desenho técnico.

Agradecimentos

Os autores ² agradecem ao Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza por prover o RJI.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOI, J. **Sex Differences in Spatial Abilities in Humans: Two Levels of Explanation.** In: VOKEY, J. R.; ALLEN, S. W. *Psychological Sketches*, Department of Psychology and Neuroscience, University of Lethbridge, 5ª ed., 2001.

FILHO, S. C.; MACHADO, C. E. **O computador como agente transformador da educação e o papel do objeto de aprendizagem.** Disponível em: <http://www.abed.org.br/seminario2003/texto11.htm>. Acesso em 08 de fevereiro de 2008.

HARRIS, C. L. A. **Aplicação e resultados iniciais de uma nova didática de ensino para a disciplina de desenho técnico no curso de Engenharia Civil da FEC – Unicamp.** Encontro Regional de expressão Gráfica- 5º EREG/NE, Salvador, Bahia, agosto de 2006.

JACOSKI, A. C. E SCHWARTZ, E. **O uso de ferramentas computacionais e de tic em cursos de graduação demandado pelo ensino de projeto.** XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE, Campina Grande, Paraíba, 2008.

MAFALDA, R.; KAWANO, A. **Modelos de representação e processos cognitivos em desenho para engenharia** II Congresso Internacional de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho. P. 252-256, Feira de Santana, Bahia, 1998.

RIMKUS, F., M., C. **Multimídia no contexto do ensino/aprendizagem do desenho técnico,** Encontro Regional de Expressão gráfica. p. 7, Salvador, Bahia, 2006.

ROCHA, N.M.F. e RABELO, P.F.R. **Ensinar a ensinar na Educação Superior.** In: Passos, E.S. (org). Encontro Regional de Expressão Gráfica. Educação Gráfica – perspectiva histórica e evolução. Salvador, agosto de 2006.

SEABRA, D. R. e SANTOS, T. E. **Proposta de desenvolvimento da habilidade de visualização espacial através de sistemas estereoscópicos.** 4º Congreso Nacional y 1ro. Internacional Rosário, Argentina – 6 a 8 de outubro de 2004.

SPECK, J. H. **Proposta de método para facilitar a mudança das técnicas de projetos: da prancheta à modelagem sólida (CAD) para empresas de engenharia de pequeno e médio porte.** Tese de Doutorado; UFSC-Engenharia de Produção; Florianópolis; 2005.

SPECK, J. H., SOUZA, C. A., ROHLER, E., GÓMEZ, A. L. **Proposta para uma disciplina de modelagem sólida para os cursos de engenharia.** Congresso Brasileiro para o Ensino de Engenharia. p. 337 a 343., 2001

THE INTEGRATION OF COMPUTER GRAPHIC DESIGN AND THE PROCESS OF TEACHING AND LEARNING MECHANICAL DRAWING

Abstract: *The main aim of this work was to present a methodological contribution to the learning-teaching process of technical mechanical design, in order to aid the development of spatial perception of students, by means of CAD 3D/2D system. As an educational resource, graphic animation of a modeled object along with 3D and 2D section views were employed. Reading and understanding of a technical drawing is not an easy task, especially in the early stages of a university degree. Object interpretation from orthographic views depends on the student's ability of mental spatial visualization. This is particularly important when it is required an abstract representation of the actual object, such as the case when section views are employed to depict manufacturing details and dimensions.*

Key words: *Mechanical drawing, CAD 3D/2D System, Teaching-learning, Computer graphic design*