• UTILIZAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE DESENHO E TECNOLOGIAS DE PROJETO ASSISTIDAS POR COMPUTADOR, NA EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA

Luiz Antonio Vasques Hellmeister – hellmeister@faac.unesp.br
Unesp – Universidade Estadual Paulista, FAAC – Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, DARG - Departamento de Artes e Representação Gráfica
Av Eng° Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01, Vargem Limpa
CEP 17.033-360 – Bauru – São Paulo
Maria do Carmo Jampaulo Plácido Palhaci – palhaci@faac.unesp.br
Unesp – Universidade Estadual Paulista, FAAC – Faculdade de Arquitetura Artes e Comunicação, DARG - Departamento de Artes e Representação Gráfica
Av Eng° Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01, Vargem Limpa
CEP 17.033-360 – Bauru – São Paulo
Carmen Francisca Lourenço Pinto Hellmeister – carmenfl@feb.unesp.br
Unesp – Universidade Estadual Paulista, FEB– Faculdade de Engenharia de Bauru, DEP-Departamento de Engenharia de Produção
Av Eng° Luiz Edmundo Carrijo Coube, nº 14-01, Vargem Limpa
CEP 17.033-360 – Bauru – São Paulo
Victor Hellmeister – hellmodesign@gmail.com
Centro Universitário Anhanguera – Engenharia Mecânica
Avenida Padre Léo Lunders, 2065, Vila Guilhermina
CEP13.634-200 – Pirassununga – São Paulo

Resumo: *O trabalho apresentado neste artigo relata linhas diferenciadas e ao mesmo tempo complementares de pensamento de educadores que trabalham com o ensino do desenho, projeto e produção, nos cursos de engenharias. A primeira linha de pensamento versa sobre a utilização do uso de instrumentos na disciplina desenho básico paralelamente ao ensino de software. A utilização de instrumentos preserva o lúdico no aluno ingressante nas engenharias, visto o mesmo não cursar mais a disciplina desenho no ensino médio. A segunda linha de pensamento se apresenta como a utilização da computação gráfica como ferramenta de desenho, projeto e produção de objetos, como motivação do ensino-aprendizagem, resultado da reformulação dos conteúdos programáticos e da forma de comunicação entre professor e aluno. As transformações impostas pelo avanço das tecnologias, cada vez mais presentes no dia a dia dos alunos sugerem que a tecnologia CAD seja adotada exclusivamente no ensino do desenho como uso indispensável em aulas de projetos.*

Palavras-chave: *instrumentos de desenho, disciplina interior, projeto, ensino e aprendizagem*

1. INTRODUÇÃO

A primeira linha de pensamento citada no resumo preocupa-se em preservar no jovem, seu lado lúdico. O fato de mencionar o significado dos instrumentos do desenho surge como uma busca de resposta a um questionamento interior sobre o ensino do desenho atualmente na universidade. O desenho técnico, formado pelo básico e pelo projetual, estrutura-se a partir dos conceitos de Desenho Geométrico e Geometria Descritiva. A geometria nos remete a importância dos significados dos instrumentos utilizados nas aulas de desenho técnico. Buscamos na história, o significado dos mesmos para que seja observada a importância e a interação dos instrumentos em nossas vidas e as conseqüências em ignorar estes conhecimentos através da busca indiscriminada do mundo virtual. Maior do que simplesmente instrumentos, os mesmos nos ajudam a disciplinar nosso interior e produzir o melhor que pudermos através da coordenação e treino.

A segunda linha de pensamento relata que com o passar do tempo e o surgimento de novas tecnologias, a eletrônica, a informática, o perfil de todos os profissionais foi se alterando. As réguas de cálculo com toda a sua didática e conceitos de logaritmos cederam espaço para as lendárias calculadoras "HP", atualmente sucumbindo à informática. A perfuração de cartões nas "modernas máquinas perfuradoras IBM", não resistiu muito ao tempo cedendo espaço para o teclado e mouse como periféricos da unidade central de processamento, e que hoje estão ameaçados pelas tecnologias biométricas, tais como o reconhecimento e comando através da voz, das impressões digitais e da íris. E finalmente o educador substituindo a lousa e giz pelo softwares de apresentação em multimídia.

Atualmente o professor se sente obrigado a carregar o seu note-book e o projetor multimídia, quando não instalados em definitivo, mas principalmente deve possuir uma boa dose de motivação para manter a "geração net" em sala de aula. Os alunos de hoje estão habituados a vídeos-game, jogos interativos e em rede, internet, sites de relacionamento, estão sempre plugados, on-line, ao mesmo tempo estão ouvindo música, lendo emails, se relacionando nas redes sociais, twiter, via face-book e por incrível que pareça, estudando.

Cysneiros (1999) não defende posições tradicionais ou contrárias à tecnologia na educação e muito cautelosamente comenta que a utopia é sempre tentar mudar o futuro para melhor. Declara ainda que vê as novas tecnologias como mais um dos elementos que podem contribuir para melhoria de algumas atividades nas salas de aula. Por outro lado, também não adota o discurso dos defensores da nova tecnologia educacional, que mostram as mazelas das escolas, deixando implícito que os professores são dinossauros avessos a mudanças. E alerta que este discurso dá mais importância a objetos virtuais, deixando implícito que a aprendizagem com objetos concretos em tempos e espaços reais está obsoleta.

Na primeira linha de pensamento: Os significados dos instrumentos devem elevar nosso pensamento sobre a sua influência em nosso comportamento. Analisemos as suas definições:

1 - A régua é um instrumento utilizado em geometria próprio para traçar segmentos de reta e medir distâncias pequenas. É também o símbolo do julgamento reto. Ela traça as linhas retas, suscetíveis de serem prolongadas até o infinito é o símbolo do direito inflexível da lei moral naquilo que ela tem de imutável e rigoroso. A régua é o símbolo da retidão. Representa a boa administração do tempo que deve ser dividido no autoconhecimento, meditação, estudo e repouso. Platão já afirmava na antiguidade que há dois modos de se medir as coisas e que ambos são imprescindíveis: Um é medir com uma régua (método científico) a fim de torná-las disponíveis e domináveis. O outro consiste em encontrar a medida interna da coisa, o

adequando a ele mesmo (COSMO, 2008). A palavra régua tem origem na *regula*, do Latim, "padrão, bastão estreito, vara de medida".

2 - O compasso como instrumento simbólico, é emblema de medida e justiça e representa o Eu Superior, para o qual deve o iniciado dirigir constantemente suas aspirações. O mesmo tem como objetivo fazer círculos O nome dele vem do Latim *cumpassare*, de *cum*, "com", mais *passare*, de *passus*, "passo". Dar passos regulares servia para algumas medidas, então esse nome foi aplicado ao instrumento que também serve para medir distâncias num mapa.

3 - Esquadro é um dos símbolos mais usados, que, junto ao compasso, simboliza a Equidade, Justiça e Retidão. "Esquadro" tem a mesma origem que "esquadrinhar", "escrutar", "perscrutar", que significam sondar, buscar minuciosamente; "esquadro" ainda acrescenta a idéia de medir algo minuciosamente.

Nesta linha de pensamento fica claro que através destas definições, os instrumentos ensinam que a tranqüilidade, a paciência, a introspecção são necessárias para a realização de bons trabalhos na esfera do desenho e que o traçado dos mesmos transmitem valores atualmente esquecidos. Sobre o esboço pode-se dizer que o mesmo é adequado ao estudo inicial mas ao desenhar com instrumentos, o discente passa por um processo introspectivo necessário a preservação do seu lado lúdico. Com a dificuldade encontrada no fazer o desenho com suas habilidades manuais, o mesmo fica mais atento ao erro que pode cometer. Percebe que se errar , a dificuldade para se refazer vai ser difícil e isto o ensina a ser mais prudente no desempenho de suas obrigações. Esse fato não acontece quando o mesmo só utiliza o software, pois ao dar um comando simples, o erro se apaga impedindo que o aluno analise se poderia ter pensado melhor antes de fazer errado. Este fato na mente do jovem pode deixá-lo supor que muitas das suas futuras faltas (no meio acadêmico, na vida profissional , familiar ou entre amigos) serão reparadas com um simples comando para apagar e na vida os fatos não se resolvem assim. Faz-se necessário um repensar na filosofia que existe neste ensinamento.

A segunda linha de pensamento defende que atualmente, as ferramentas computacionais de comunicação em sala de aula são o elo fundamental entre o ensino e a aprendizagem. Tais ferramentas são utilizadas desde a idealização até a produção de novos produtos, através da modelagem 3D e simulação, com especificação de materiais e análise de esforços através de elementos finitos. Estas ferramentas são imprescindíveis ao profissional do futuro, inerentes à atuação de engenheiros e designers.

Sua relevância pode ser observada nas aulas de aplicação do software Solid-Edge ST31, no desenvolvimento de exercícios em sala de aula. Nesses exemplos, o computador pode ser reconhecido como instrumento único e indispensável de comunicação rápida e precisa, aumentando a capacidade de aprendizagem, diminuindo a possibilidade de erros por incoerências e não conformidades, em contra posição às aulas expositivas e do desenho clássico feito com instrumentos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Silva (2001) comenta que vivemos a transição do modo de comunicação massivo para o interativo, um processo em curso de reconfiguração das comunicações humanas em toda a sua amplitude. Ele diz ainda que independente do nome que se dê (era digital, cibercultura, sociedade de informação ou sociedade em rede), estamos diante de um desafio à lógica da distribuição da informação ou conhecimento em massa, em particular na escola. A exemplo

[1] Softaware licenciado para uso nos Laboratórios de Informática da FAAC e FEB – Unesp.

da televisão digital, parece absurdo ter um aparelho de TV em casa pelo qual não se possa enviar nada, apenas receber. Na escola muitos educadores já perceberam que a educação autêntica não se faz sem a participação genuína do aluno.

> "A inquietação dos empresários e programadores de TV diante da interatividade não encontra eco na escola e nos sistemas de ensino. É preciso despertar o interesse dos professores para uma nova comunicação com os alunos em sala de aula presencial e virtual. É preciso enfrentar o fato de que tanto a mídia de massa quanto a sala de aula estão diante do esgotamento do mesmo modelo comunicacional que separa emissão e recepção." (SILVA, 2001, p. 3)

Segundo Tapscott (1999 apud SILVA, 2001, p.13), para o novo espectador ou "geração net", a sala de aula centrada na transmissão estará cada vez mais chata. Os alunos estarão cada vez mais desinteressados no modelo baseado na lição-padrão, no falar-ditar do mestre.

Na conclusão de Silva (2001) mais do que nunca o professor está desafiado a modificar sua comunicação em sala de aula e na educação. Isso significa modificar sua autoria enquanto docente e inventar um novo modelo de educação.

Cysneiros (1999) afirma que ao tratarmos de novas abordagens de comunicação na escola, mediadas pelas novas tecnologias da informação, estamos tratando de Tecnologia Educacional. Esta observação é pertinente porque certos autores consideram este tema como algo inteiramente novo. Tudo tem uma história, explícita ou não, cabe ao conhecedor crítico tentar desvendá-la, interpretá-la e usá-la para não repetir erros.

Mais especificamente, sobre a prática do projetar no computador, o primeiro erro ou paradigma que deve ser quebrado é a própria designação CAD, geralmente aceita como Desenho Assistido por Computador, ou em inglês Computer Aided Design. Se atentarmos para o significado da palavra design, este como substantivo, pode ter os seguintes significados: desenho, esquema, projeto, esboço, enredo, plano, modelo, desígnio, risco, planta, e como verbo: designar, esboçar, planejar, projetar, delinear, desenhar, tencionar, destinar, ou seja, o significado o mais amplo é Projeto Assistido por Computador e não apenas "desenho" ou "representação gráfica".

Diversos autores salientam a importância do desenho através de instrumentos, (Palhaci et al (2007), Palhaci (2000), Ribeiro et al (2001)) e avaliam a aprendizagem e o rendimento dos alunos nas pranchetas de desenho técnico frente à utilização dos programas computacionais. Malard et al (2006) discutem a utilização do computador como instrumento indutor da criatividade e salientam o potencial da multimídia na comunicação entre o arquiteto e o cliente no projeto participativo. Ayres F° & Scheer (2007) avaliam as ferramentas CAD e declaram que devem ser consideradas como tecnologias de informação, e não apenas como aplicativos de desenho. Valentim & Correia (2002) e Souza & Coelho (2003) apresentam a evolução dos programas CAD, que em virtude das características de sistema e equipamento, adquiriram inicialmente conotação de "pranchetas eletrônicas 2D", porém hoje contam com recursos insofismáveis de modelagem, renderização e simulação, resultando no projeto 3D ou projeto parametrizado. Nesse sentido o termo parametrização apresentado por Peres et al (2007) também deve ser entendido de uma maneira mais ampla como a correlação de dados, não só referentes à forma e dimensão, mas também em relação ao material, acabamento superficial, rugosidade, simulação de carga, pressão, processos de fabricação, etc.

Mafalda (2000) salienta que a comunicação gráfica é utilizada em diversas atividades práticas nas engenharias. Comenta que no ensino de atividades como o desenho, descrição ou interpretação de informações de projeto exigem rotações mentais, inversão e translação de

imagens a partir de estímulos visuais. Essas características da habilidade de visualização espacial devem ser desenvolvidas e aplicadas através de estudos das vistas ortográficas e da geometria descritiva, capacitando os estudantes para a comunicação gráfica.

> Mas, apesar da sua importância, o desenho técnico – assim como outras disciplinas de representação gráfica, apresenta limitações práticas quando usado para a representar formas complexas.
>
> Mesmo que seus métodos permitam representar estas formas, a árdua execução artesanal de diversas planificações e rebatimentos revelam o esgotamento do seu potencial já a partir de 1950. Mesmo no projeto de conjuntos mecânicos simples a complexidade da representação e a alta especialização necessária para a sua elaboração e leitura reduzem a sua eficácia. Quando se trata então de expressar formas em relevo ou de geometria variável, o seu uso fica muito limitado. (SOARES, 2007).

Rozestraten (2003) comenta que modelagem eletrônica é uma ferramenta nova, porém já se mostra extremamente necessária para definição, visualização e alteração de protótipos. Comenta ainda que as principais vantagens dos projetos feitos em programas de CAD – Computer Aided Design, é a facilidade de alteração, rapidez para ser confeccionado, a visualização do projeto praticamente pronto e o planejamento praticamente total para a produção, coisas que, no papel, só se tornam possíveis através de excelentes desenhistas, com desenhos lentos para serem confeccionados e que nem sempre apresentam resultados satisfatoriamente próximos do produto final.

Se a Geometria Descritiva revolucionou o Desenho Técnico a partir de um embasamento teórico e científico, para resolução dos problemas espaciais no plano, a computação gráfica propiciou uma infinidade de possibilidades, sobretudo com a capacidade de desenvolver modelos, cada vez mais precisos, capazes de simular os objetos reais nos mínimos detalhes, para uma ampla gama de finalidades. Esta nova linguagem tornou obsoletas as técnicas tradicionais de projeto e reprodução gráfica e passou a exigir uma nova metodologia de trabalho. (AMORIM, 1994).

Speck (2005) apresenta interessante trabalho sobre a adequação das pequenas e médias empresas à nova tecnologia CAD, para a substituição do desenho técnico realizado em prancheta e comenta que um dos maiores entraves para implantação do sistema está na mudança de hábitos de seus desenhistas e prevê uma crescente diminuição deste tipo de desenho, devido à possibilidade de se construir diretamente um produto a partir do seu modelo em 3D, através de um processo computacional que associa o processo de criação e modelagem diretamente ao processo construtivo, em máquina de controle numérico – CNC (Computer Numerical Control). Portanto, sem a necessidade da existência prévia de um desenho técnico nos moldes tradicionais.

Na figura 1 é apresentada a tela do programa Solid-Edge, que permite optar e aplicar no projeto diversos materiais, com indicação da densidade, coeficiente térmico, condutibilidade térmica, calor específico, módulo de elasticidade, coeficiente de Poisson, tensão limite e tensão de ruptura, e alongamento.

O software Solid-Edge ST-3, de uso corrente nos laboratórios de informática da Faculdade de Engenharia de Bauru, e da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação – FAAC – FEB – UNESP, tem auxiliado na comunicação e sedimentação do aprendizado do desenho técnico, aumentando sobremaneira a capacidade de produção e a qualidade dos projetos e produtos desenvolvidos pelos alunos.

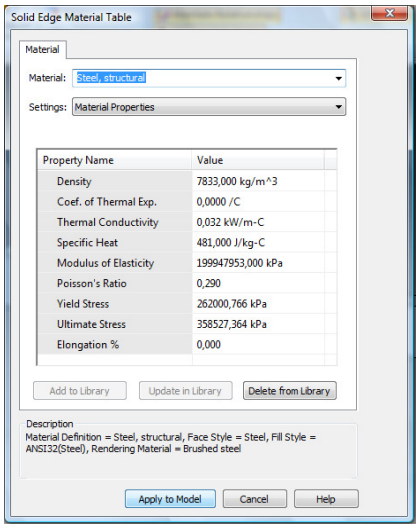

Figura 1 – Detalhe da tela para escolher e aplicar diversos materiais ao projeto.
Fonte: Dos Autores.

Rozestraten (2004) conclui que a desvantagem dos projetos feitos em CAD é que não dispensam, em sua maioria, a confecção de modelos reais, seja em escala reduzida ou em tamanho natural e que as representações eletrônicas e modelagem tem limites impostos pela informática, abrindo espaço para a pesquisa da sua relação complementar com o desenho manual.

> El desarrollo del software permite hace tiempo el modelado sólido tridimensional, partiendo de la geometria 3D de los objetos, y a partir de ese modelado, la obtención de las vistas automáticas em el plano o proyecciones. En este caso, la secuencia se invierte, vamos de 3D a 2D, siendo ésta la base del cambio en la manera de pensar el diseno, lo que sería um nuevo paradigma para nuestra área de representación gráfica.(MORELLI ,2007).

Forti (2005) agrega a quarta dimensão, o fator tempo, e apresenta a expressão modelagem 4D, sendo utilizada com base na preocupação de possibilitar que os modelos 3D digitais possam ser analisados em ambientes interativos que trabalhem em tempo real.

3. DESENVOLVIMENTO

As disciplinas do Curso de Engenharia Mecânica – FEB – UNESP, e do Curso de Design – FAAC – UNESP, passaram por reformulação de seus conteúdos, passando das aulas expositivas em prancheta, para serem totalmente desenvolvidas em ambiente computacional virtual, com base em tecnologia CAD, mais especificamente utilizando o software Solid-Edge. Em sintonia com a necessidade de uma comunicação mais adaptada a realidade dos alunos.

Esta reformulação possibilitou introduzir e sedimentar a tecnologia CAD, junto aos alunos, bem como desenvolver todo o procedimento projetual, com modelagem virtual, especificação de materiais e análise por elementos finitos, ampliando e preparando o discente frente às exigências de mercado.

É possível observar na figura 2, blocos e instrumento de medidas utilizados para a aplicação de exercícios em sala de aula, convertendo o real em virtual através da utilização do sistema CAD.

Como exercício final da disciplina, foi proposto o desenho do conjunto roda-pneu-calota. Partindo-se das peças reais, foram modelados no programa as peças em separado, sendo montado o conjunto posteriormente.

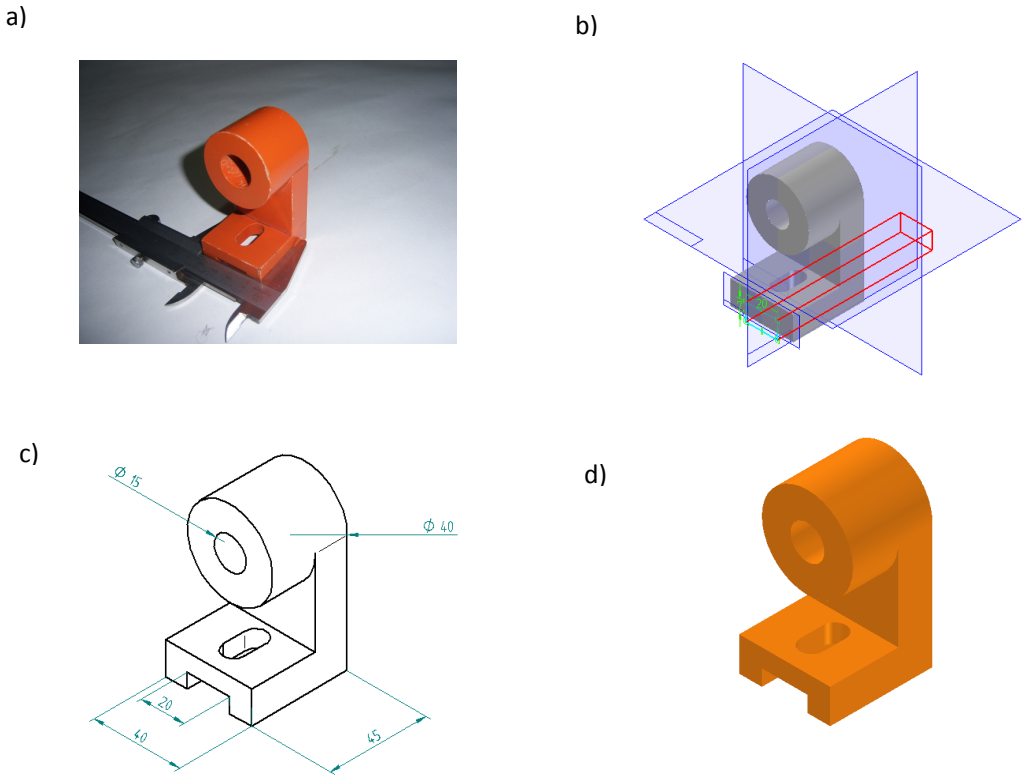

Figura 2 – a) Bloco e paquímetro, b) Modelagem e detalhe do corte da base, c) Perspectiva Isométrica, d) Renderização final

Fonte: Dos autores

O Método de Elementos Finitos (MEF) é utilizado pela engenharia de estruturas e tem como objetivo "determinar o estado de tensão e de deformação de um sólido de geometria arbitrária sujeita a ações exteriores" (AZEVEDO 2003, p.1), com relevância na verificação dos pré-requisitos e na economia de tempo e recursos, pois ele possibilita uma sucessão de análises e modificações no projeto. Estes procedimentos só são possíveis de serem alcançados através desta tecnologia, em contraposição ao desenho técnico na prancheta.

Pode-se observar na figura 3 as imagens dos objetos reais (roda e calota) e suas respectivas representações 3D e na figura 4 o aspecto final do pneu, montagem do conjunto.

É apresentado o desenvolvimento de um projeto de uma suspensão automotiva, que contou com análise de esforços através de elementos finitos oferecidos pela ferramenta

FEMAP EXPRESS do Solid-Edge, salientando a sua relevância como instrumento e ferramenta de projeto e comunicação em sala de aula.

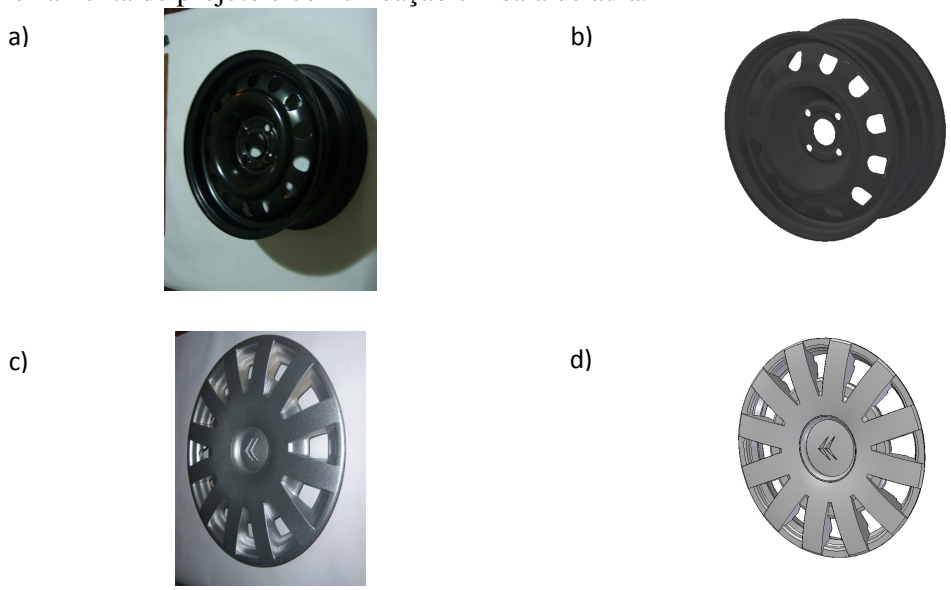

Figura 3 – a) Roda aro 15" Real, b) Aspecto final da modelagem e renderização da roda, c) Calota Real, d) Aspecto final da modelagem e renderização da calota

Fonte: Dos Autores

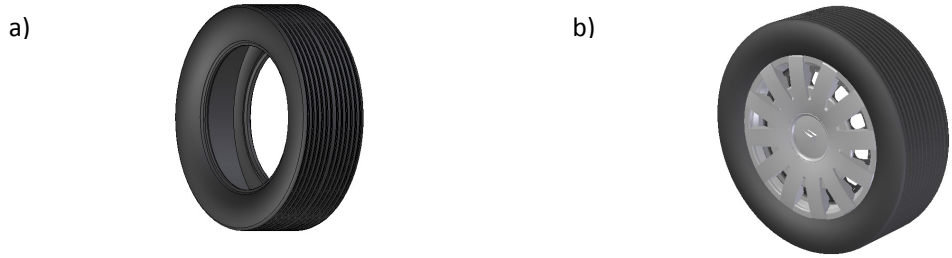

Figura 4 – a) Modelagem do pneu, b)Aspecto final da montagem Roda-Calota-Pneu.

Fonte: Dos Autores

Todos os elementos metálicos do conjunto da suspensão foram dimensionados segundo cálculos básicos de resistência dos materiais. O ponto de maior solicitação está na tensão de cisalhamento do tubo quadrado interno, que é de 2250 kgf/cm².

Conceitos básicos de resistência dos materiais obtidos de Timoshenko (1971) e Nash (1971), embasaram o cálculo da tensão máxima admissível de cisalhamento para o aço de baixo carbono estrutural é de 3160 kg/cm², o que nos dá um coeficiente de segurança de 1,4.

Cálculos teóricos foram corroborados através do método dos elementos finitos, simulando cargas e reações, que podem ser observadas nas figura 5 e 6.

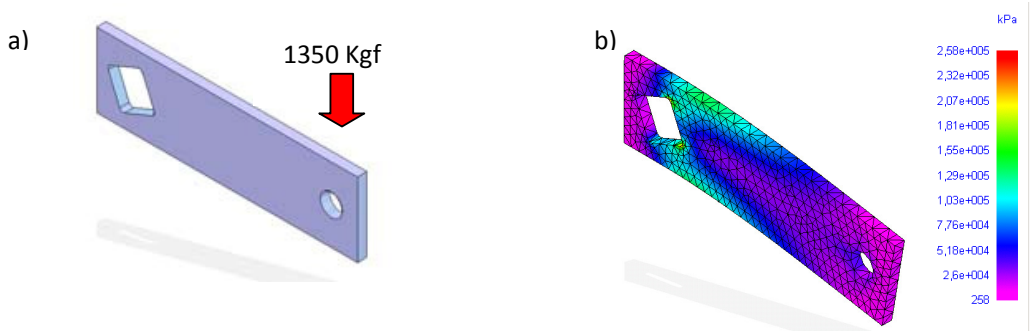

Figura 5 –Simulação de carga realizada no braço da suspensão, a) através do software Solid Edge, b) com análise de Tensões Fonte: HELLMEISTER et al (2007)

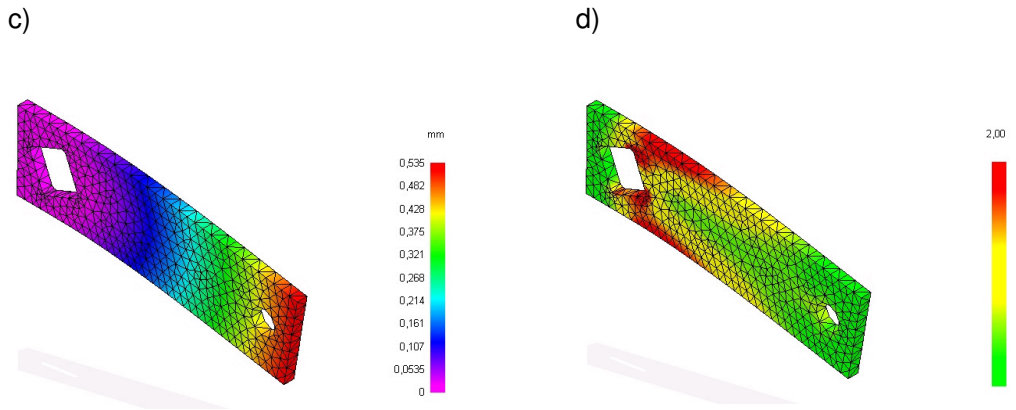

Figura 6 –Simulação de carga realizada no braço da suspensão, c) Deformações e d) Fator de Segurança.

Fonte: HELLMEISTER et al (2007)

Os resultados obtidos foram coletados de relatórios gerados pelo software, contendo os dados numéricos e imagens demonstrativas do comportamento da estrutura.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira linha de pensamento concluiu que no ensino do desenho básico, os alunos disciplinados, centrados, bem educados e com talento para o desenho desenvolveram satisfatoriamente os trabalhos propostos utilizando o esboço conseguindo assimilar as técnicas sem a utilização de instrumentos e a passagem para a utilização do software aconteceu naturalmente. Os alunos não disciplinados com educação insatisfatória, pouca concentração e os desprovidos de talento para o desenho em esboço apresentaram dificuldades significativas com o traçado do esboço e o uso do software. A não utilização dos instrumentos do desenho com esse tipo de aluno não foi suficiente para desenvolver um treinamento adequado com as mãos no desenvolvimento das tarefas propostas. Faltou o tempo de preparação, o desenvolvimento de habilidades para que o mesmo conseguisse conquistar

sua própria técnica e sua visão espacial. A passagem para a utilização do software aconteceu antes do tempo necessário para o amadurecimento das habilidades dos alunos. Nesta linha, se entende que não basta ensinar todos os alunos a trabalhar com softwares, pois não acontece neste momento um respeito à individualidade de cada um. Na Universidade se faz necessária o respeito pela educação integral dos indivíduos, as quais devem ser tratadas com seriedade, assim como a relação do homem com o espaço em que vive.

A segunda linha de pensamento presente neste artigo considera que a modelagem eletrônica, a especificação de materiais, e as simulações do software Solid-Edge, bem como de outros softwares semelhantes, formam o elo entre o ensino e aprendizagem. As aulas desenvolvidas em ambiente virtual, corroboradas com os objetos reais, possibilitam uma comunicação e transmissão dos conceitos de uma forma mais dinâmica e adaptada ao universo dos alunos. O computador é definitivamente estabelecido como ferramenta de projeto, proporcionando comunicação rápida e precisa para os profissionais aumentarem a sua capacidade de produção, e qualidade do projeto, na concepção de projetos através de representação em três dimensões, possibilitando diferentes formas de visão, diminuindo a possibilidade de erros por incoerências.

Os autores buscam ainda o melhor caminho para o ensino do desenho. O que se faz claro é que o lúdico não pode ser abandonado no discente e o avanço da tecnologia não deve ser contido, vista as exigências no campo de trabalho nas engenharias. O uso do bom senso nas diversas etapas do ensino do desenho deve prevalecer e o docente deve estar preparado para as novas tecnologias.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, A. L. A Gráfica computacional como ação didática e projetual. Anais do 13º Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico – GRAPHICA 94, pp. 104-117.

AYRES F° & SCHEER S. Diferentes abordagens do uso do CAD no processo de projeto arquitetônico UFPR 2007

AZEVEDO, A. F. M. Método dos elementos finitos. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Portugal, 2003.1ª Edição. 258p.

COSMO, M. Alma e corpo da palavra: a busca da hermenêutica filosófica. Recanto das Letras. Belém/PA, Brasil, 2008.

CYSNEIROS P.G. Novas tecmnologias na sala de aula: Melhoria do ensino ou inivação conservadora? UNIANDES - LIDIE Informática Educativa Vol 12, No 1, pp 11-24, 1999

FORTI, F.S. D'Alessandri. Uma avaliação do ensino da prototipagem virtual nas graduações de Design de Produto do Estado do Rio de Janeiro Dissertação de Mestrado UFRJ 2005

HELLMEISTER, L.A.V.; DEGANUTTI, R.; RENÓFIO A.; HELLMEISTER, V. Modelagem eletrônica, simulação e ensaios de materiais, aplicados no desenvolvimento de suspensão elastomérica para uso rodoviário. In III Workshop Design e Materiais: Seleção de Materiais e Processos de Fabricação, UFRGS, PORTO ALEGRE, 2007.

MAFALDA, R. Efeitos do uso de diferentes métodos de representação gráfica no desenvolvimento da habilidade de visualização espacial. Dissertação de Mestrado USP 2000

MALARD, M.L.; RHODES P.J.; ROBERTS S.E., O Processo de Projeto e o Computador: realidades que interagem virtualmente. Escola de Arquitetura da UFMG 2006

MORELLI, R. D. Aplicaciones Didácticas de Modelado de Sólidos y Vistas Automáticas com AutoCad. In GRAPHICA 2007- Desafio da Era Digital: Ensino e Tecnologia – VIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico & VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Curitiba. UFPR:2007.

NASH, W. A. Resistência dos Materiais Editora McGraw Hill do Brasil LTDA, Rio de Janeiro 1971.

PALHACI, M. do C. J. P. Investigação sobre criação de componentes tridimensionais aplicados ao Desenho Técnico Elétrico. Anais do Gráphica 2000. Ouro Preto – MG.

PALHACI, M. do C.J.P.; DEGANUTTI, R.; ROSSI, M.A. Comparação: Solid-Edge, Auto CAD ou prancheta no desenho para Cursos de Engenharia, In GRAPHICA 2007- Desafio da Era Digital: Ensino e Tecnologia – VIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico & VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Curitiba. UFPR:2007.

PERES, M.P; HAYAMA, A.O.F.; VELASCO, A.D. A parametrização e a Engenharia, In GRAPHICA 2007- Desafio da Era Digital: Ensino e Tecnologia – VIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico & VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Curitiba. UFPR:2007.

RIBEIRO, A.C.; FRANÇA A.C.; IZIDORO N. O ensino da interpretação de Desenho Técnico para Escolas de Engenharia uma sugestão de ementa curricular mínima. COBENGE 2001

ROZESTRATEN, A. Estudo sobre a história dos modelos arquitetônicos na antigüidade: origens e características das primeiras maquetes de arquiteto (2003). Dissertação de mestrado, FAUUSP, São Paulo.

ROZESTRATEN, A. Modelagem manual como instrumento de projeto (2004). Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp236.asp> Acesso em: 22 jan. 2008.

SILVA, M. Sala de aula interativa a educação presencial e à distância em sintonia com a era digital e com a cidadania. in INTERCOM – Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação XXIV Congresso Brasileiro da Comunicação – Campo Grande /MS – 2001 Disponível em: <http://www.unesp.br/proex/opiniao/np8silva3.pdf>, acessado em 5 jul. 2009.

SOARES, C. C.P. Uma Abordagem Histórica e Científica das Técnicas de Representação Gráfica – In GRAPHICA 2007- Desafio da Era Digital: Ensino e Tecnologia – VIII Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico & VII International Conference on Graphics Engineering for Arts and Design. Curitiba. UFPR:2007.

SPECK, H.J. Proposta de método para facilitar a mudança das técnicas de projetos: Da prancheta à modelagem sólica (CAD) para empresas de engenharia de pequeno e médio porte Tese de Doutorado Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis 2005.

SOUZA A.F. & COELHO R.T. Tecnologia CAD/CAM - Definições e estado da arte visando auxiliar sua implantação em um ambiente fabril XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 21 a 24 de out de 2003

TAPSCOTT, Don. Geração digital – a crescente e irredutível ascensão da geração net. Trad. Ruth Bahr. São Paulo: MAKRON Books, 1999.

TIMOSHENKO, S. P. Resistência dos Materiais Ao Livro Técnico S/A. Rio de Janeiro 1971.

VALENTIM H.R. & CORREIA R.Q. Sistema CAD: evolução e tendências Monografia apresentada no curso de Pós Graduação "Lato-sensu ' Especialização em Análise de Sistema" UNI-BH 2002.

www.solidedge.com, acessado em 28 jan. 2012.

USE OF DRAWING INSTRUMENTS AND COMPUTER AIDED DESIGN TECHNOLOGY IN ENGINEERING EDUCATION

Abstract: *The work presented in this paper reports on different lines and at the same time complementary thinking of educators who work with the teaching of drawing, design and production courses in engineering. The first line of thought focuses on the use of discipline in the use of instruments in addition to teaching basic drawing software. The use of instruments play in preserving the new students in engineering, since it does not attend more discipline drawing in high school. The second line of thought is presented as the use of computer graphics as a drawing, design and production tool, with the motivation of teaching and learning, reformulation of the course contents and the form of communication between teacher and student. The changes required for breakthrough technologies, increasingly present in everyday life of students suggest that CAD technology has been adopted only in the teaching of drawing as an essential use in projects classroom.*

Key-words: *drawing instruments, discipline, design, teaching and learning*