



Computação Gráfica, ferramenta de comunicação e interação em sala de aula.¹

Luiz Antonio Vasques HELLMEISTER²

Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, Bauru, SP

RESUMO

Este trabalho apresenta a utilização da computação gráfica como ferramenta de motivação do ensino-aprendizagem, resultado da reformulação dos conteúdos programáticos e da forma de comunicação entre professor e aluno.

A monotonia das aulas expositivas clássicas pode e deve ser quebrada através da utilização da computação gráfica, ferramenta atualmente indispensável na comunicação em aulas de projeto.

As transformações impostas pelo avanço das tecnologias, cada vez mais presentes no dia a dia dos alunos, nem sempre acompanhadas pelas instituições de ensino e em particular pelos professores, podem ser colocadas em uso nas salas de aula.

Portanto, faz-se necessário o treinamento de professores e a adoção definitiva da tecnologia CAD, possibilitando a quebra de barreiras de comunicação entre professores e alunos.

PALAVRAS-CHAVE: comunicação, ensino, aprendizagem, projeto.

INTRODUÇÃO

Até bem pouco tempo atrás, o professor, podia ser identificado pelas mãos sujas de giz, se houvessem resquícios de giz colorido, a presença de uma régua de madeira e esquadro, eram sinais de uma lousa trabalhada e didática, andava carregado de papéis, livros e cadernetas de frequência.

Um bom profissional sempre pôde ser referido simbolicamente como detentor de “Sete instrumentos”, cada um na sua área. O médico com estetoscópio, lupa, palito de madeira e termômetro, o açougueiro com gancho, faca, fuzil e balança; o barbeiro com navalha, amolador, pente e tesoura. O engenheiro poderia ser identificado através da régua “T”,

¹ Trabalho apresentado no GP Comunicação e Educação do IX Encontro dos Grupos/Núcleos de Pesquisa em Comunicação, evento componente do XXXII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação.

² Prof. Dr. da FAAC – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, email: hellmeister@faac.unesp.br.



esquadros, compasso, lápis, caneta nanquim, papel vegetal, cópias heliográficas, projetos, planilhas e ábacos.

Com o passar do tempo e o surgimento de novas tecnologias, a eletrônica, a informática, o perfil de todos os profissionais foi se alterando e o que um dia era moderno e inovador tornou-se obsoleto. As régua 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 *software PowerPoint* e a multimídia.

Hoje o professor pode se ver obrigado a carregar o seu *note-book* e o projetor multimídia, quando não instalados em definitivo, mas principalmente 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 via *Orkut*, *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.

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* v20³, 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.

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 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.

³ Software licenciado para a FEB e FAAC – UNESP – Bauru, de uso corrente nas disciplinas de Projeto e Desenho, para o Curso de Engenharia Mecânica e Desenho Industrial



Para Piaget (1976, apud MAGDALENA & MESSA, 2001, P. 3), conhecer é atuar sobre a realidade, modificando-a mediante esquemas de ação e esquemas representativos aplicados para lhe dar sentido. Este movimento de assimilação é, inevitavelmente, acompanhado de um movimento de acomodação destes esquemas, em função das resistências que a própria realidade oferece para se deixar assimilar. Conhecer, então, significa atuar, o que deixa os esquemas expostos à modificação e reorganização, no interjogo da assimilação e da acomodação. Comentam ainda que sob a ótica holística e ecológica, na educação, aluno, professor e os processos de aprender passam a ter novos e significativos papéis. O aluno passa a ser o foco do processo de aprender. É considerado como um sujeito original, diferenciado em suas inteligências, dotado de estilos próprios de aprender, que trazem, como conseqüência, diferentes formas e caminhos de resolução de problemas. É, também, considerado um sujeito coletivo, que influencia e é influenciado por ações e pensamentos, reconhecendo o potencial do outro em processos cooperativos de construção. Ele é o protagonista. O professor, além de especialista, passa a ser o articulador, o orientador e o parceiro nesta aventura. Cabe a ele ajudar a combinar interesses, necessidades e estilos de aprender dos alunos com as possibilidades curriculares que diferentes ambientes de aprendizagem, em interconexão, põem à disposição.

Magdalena & Messa (2001) defendem que os estudantes devem aprender como desenvolver suas inteligências, vivenciar processos solidários de troca, tecer redes de intercâmbios multiculturais, perguntar e buscar respostas a problemas de seu interesse e do coletivo, enfim, construir conhecimento, desenvolver novos esquemas de ação e representação, novas formas de organização destes esquemas. Esperando que o desenvolvimento destas novas atitudes e talentos facilitem a existência e coexistência neste nosso planeta Terra.

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. Moraes (2001) apresenta como positivo os reflexos da tecnologia CAD na reestruturação do conteúdo de cursos de desenho. 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 inofismáveis 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.

“Um produto permanece um conceito, uma idéia, ou talvez um desenho, se nenhum material estiver disponível para convertê-lo numa entidade tangível” (EVBUOMWAN *et al.*, 1995). Pode-se ampliar este conceito, afirmando que a existência de um produto depende de seu material constituinte e de um processo de fabricação para dar-lhe forma. A



concepção de um produto, ainda que nos primeiros rascunhos, em geral carrega consigo a escolha de um material e a opção por um processo de fabricação. O repertório utilizado pelo designer, pelo engenheiro, para determinar sua opção de material/processo está intimamente ligado à sua formação, sua experiência prática e às informações a que têm acesso.

Informações sobre materiais e processos de fabricação estão disponíveis com diferentes conteúdos, suportes e interfaces.

Os desenvolvedores de software, não compartilham desse pensamento e afirmam que hoje em dia designers, projetistas e engenheiros não precisam construir modelos reais, podendo analisar integralmente os seus produtos virtuais, baseados nos arquivos de desenho assistidos por computador e apresentam ainda a vantagem da integração entre a modelagem e a análise estrutural integrada em único programa de *FEA* – (*Finit Element Analysis*) ou seja análise por elementos finitos.

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* v-20, 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.

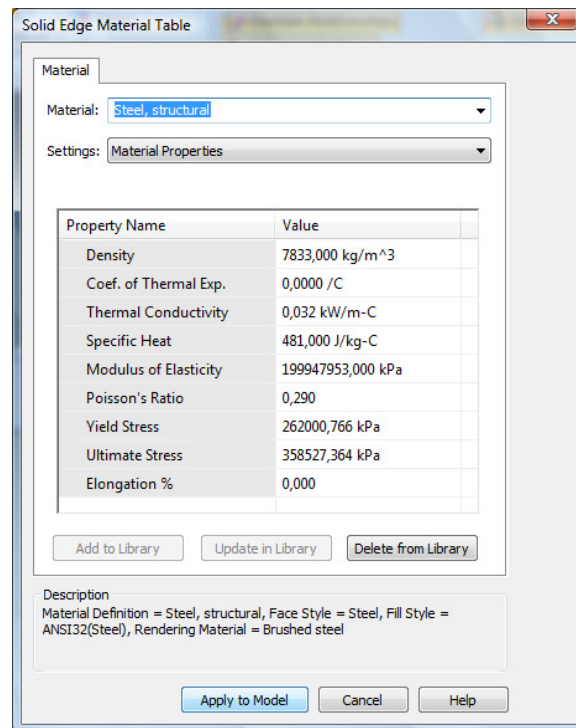


Figura 1 – Detalhe da tela para escolher e aplicar diversos materiais ao projeto.

Fonte: Do Autor.

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.



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.

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.

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.

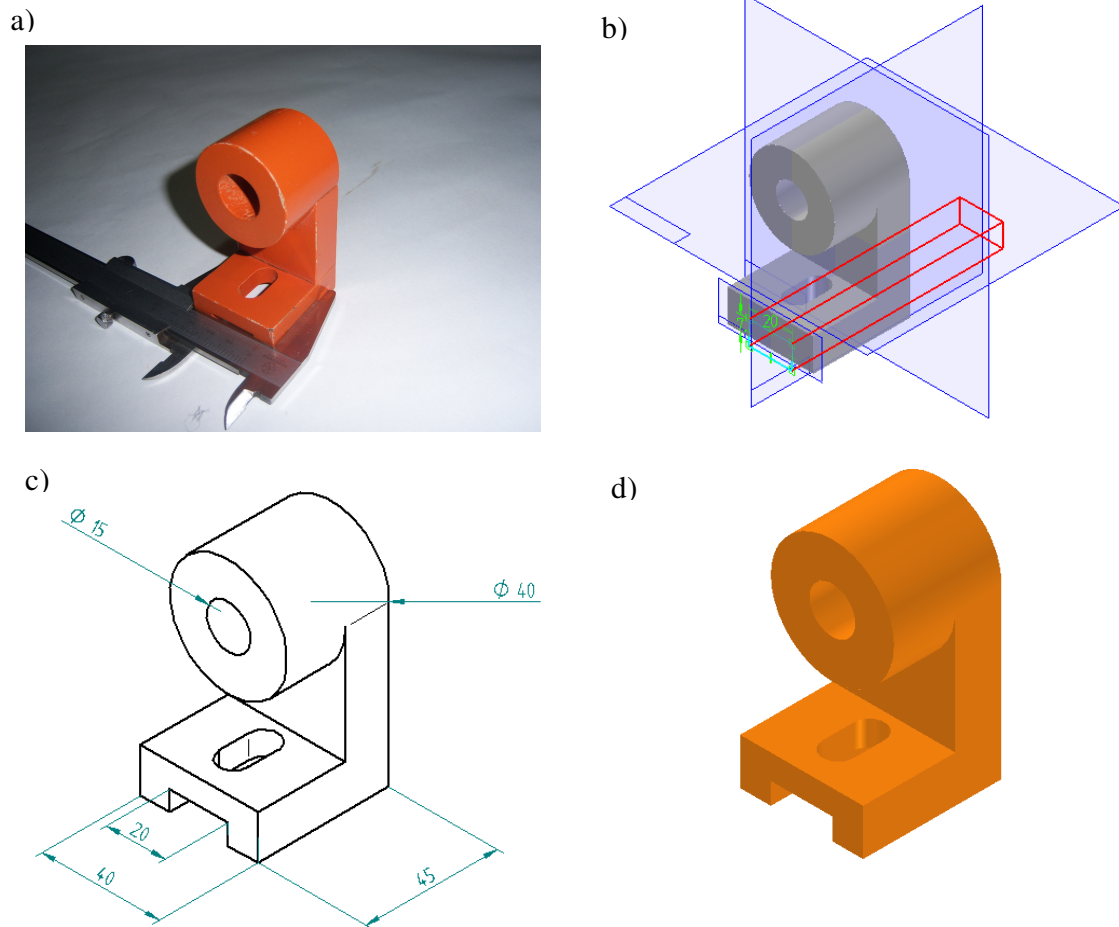


Figura 2 – a) Bloco e paquímetro, b) Modelagem e detalhe do corte da base, c) Perspectiva Isométrica, d) Renderização final

Fonte: Do autor

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.



a)



b)



c)



d)

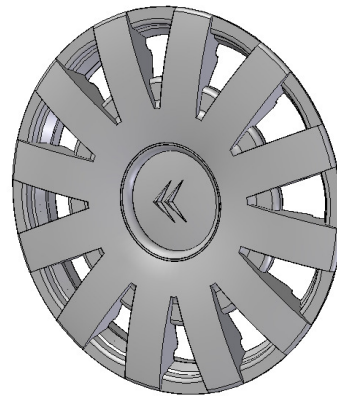


Figura 3 – a) Roda aro 15” Real, b) Aspecto final da modelagem e renderização da roda, c) Calota Real, d) Aspecto final da modelagem e renderização da calota

Fonte: Do Autor

a)



b)



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

Fonte: Do Autor



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 na figura 5.

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

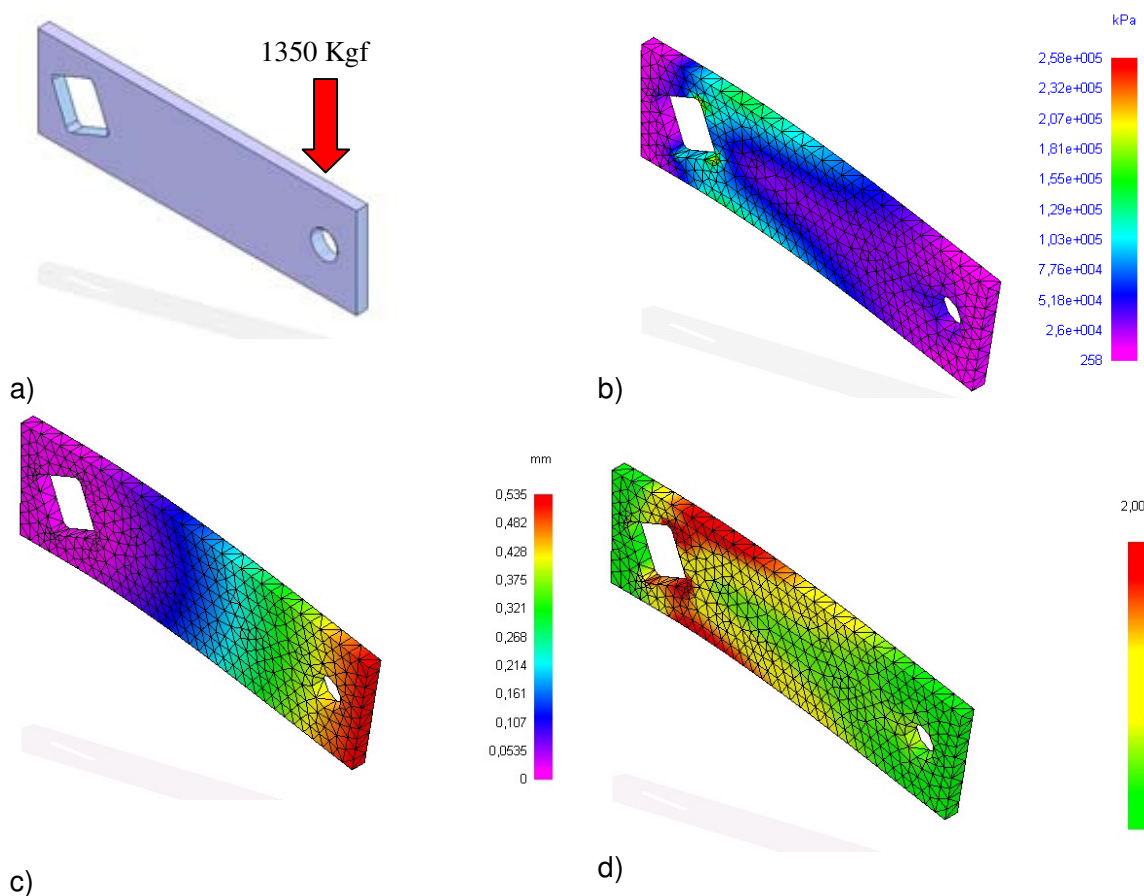


Figura 5 – Simulação de carga realizada no braço da suspensão, a) através do software Solid Edge, b) com análise de Tensões, c) Deformações e d) Fator de Segurança.

Fonte: HELLMEISTER et al (2007)



CONCLUSÃO

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 recursos oferecidos pela prancheta e pelas aulas expositivas tradicionais estão esgotados e ultrapassados frente às ferramentas oferecidas pela tecnologia *CAD*, pela comunicação através da computação gráfica e de multimídia utilizada em sala de aula.

A utilização da computação gráfica quebra a monotonia das aulas clássicas, motiva os alunos, e estabelece comunicação eficiente, proporcionando melhora significativa no aprendizado.

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 Fº & 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.

CYSNEIROS P.G. **NOVAS TECNOLOGIAS NA SALA DE AULA: MELHORIA DO ENSINO OU INOVAÇÃO CONSERVADORA?** UNIANDÉS - LIDIE Informática Educativa Vol 12, No 1, pp 11-24, 1999

EVBUOMWAN,N.F.O.; SIVALOGANATHAN,S.; JEBB,A. **Concurrent Materials and Manufacturing Process Selection in Design Function Deployment**. Concurrent Engineering: Research and Applications, 3, p135-144, 1995.

FORTI, F.S. D’Alessandri. **UMA AVALIAÇÃO DO ENSINO DA PROTOTIPAGEM VIRTUAL NAS GRADUAÇÕES DE DESIGN DE PRODUTO DO ESTADO DO RIO DE ANEIRO** 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.



MAGDALENA, B. C. & MESSA, M. R. **EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA E INTERNET EM SALA DE AULA** Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Psicologia Laboratório de Estudos Cognitivos (LEC) 2001 Disponível em: <<http://www.proinfo.mec.gov.br/upload/biblioteca/188.pdf>> acessado em: 5 jul. 2009.

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 Gráfica 2000. Ouro Preto – MG.

PALHACI, M. do C.J.P.; DEGANUTTI, R.; ROSSI, M.A. **COMPARAÇÃO: SOLID-EDGE EDGE, AUTOCAD OU PRANCHETA NO DESENHO PARA OS 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 DE 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**. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/arquitextos/arq000/esp236.asp>> Acesso em: 22 jan. 2008.

SCHEER S.; ITO; A.L.Y.; AYRES, filho, C.; AZUMA, F.; BEBER, M. **IMPACTOS DO USO DO SISTEMA CAD GEOMÉTRICO E DO USO DO SISTEMA CAD-BIM NO PROCESSO DE PROJETO EM ESCRITÓRIOS DE ARQUITETURA** UFPR 2007



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/opiniaio/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 SÓLIDA (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. 2008.