

UM AMBIENTE MULTIMÍDIA NA ÁREA DE EXPRESSÃO GRÁFICA BÁSICA PARA ENGENHARIA

Angela Dias Velasco^a

RESUMO

O trabalho relata o desenvolvimento de um ambiente multimídia na área de expressão gráfica, destinado a auxiliar no ensino das disciplinas que lhe são pertinentes, como, por exemplo, desenho geométrico e desenho técnico. Discute, inicialmente, o ensino de desenho, definindo um quadro de referência que mostra a necessidade premente de novas propostas didáticas, que incorporem novas tecnologias e objetivem auxiliar e complementar conteúdos do ensino presencial, de forma a otimizar e melhorar o rendimento acadêmico. Resume as premissas teóricas assumidas no planejamento do ambiente e descreve sua execução, mostrando os fatores que influenciaram nas tomadas de decisões. Coloca os resultados de uma primeira avaliação feita junto ao público-alvo. Conclui que a proposta é de utilidade inegável, teve excelente recepção, promoveu maior satisfação e motivação dos alunos, a melhor compreensão da teoria dada e a melhor dinâmica em sala de aula. Conclui também que o que foi feito é só o início e são necessários mais investimentos e pessoal envolvido.

Palavras-chave: Ambiente multimídia. Desenho técnico. Visualização espacial.

ABSTRACT

This work shows the development of a multimedia environment in the field of Graphic Expression made to help the teaching of classes that are concerned by it, such as Geometric Drawing and Technical Drawing. It initially discusses the teaching-learning process in this area, bringing up references that show the urgent necessity of new didactic proposals that use new technology and have the objective of helping and complementing the content of the current and traditional teaching, optimizing academic performances. It sums up the theoretical premises taken up in the planning of the environment and describes its execution, as well as the factors that influenced in the decision making. It's exemplified by the results of a first evaluation made with target users. It reaches the conclusion that the proposal is undeniably useful, had an excellent reception and caused a greater level of satisfaction and motivation out of the students, as well as a better comprehension of the theory and more dynamism in class. It also concludes that what was done is only the beginning and that more investment and staff support is needed.

Key words: Multimedia environment. Technical drawing. Spatial visualization.

^a Arquiteta e Doutora em Engenharia Civil pela Epusp. Professora Assistente Doutora da Unesp, Campus de Guaratinguetá. Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333, Pedregulho, Guaratinguetá - SP, CEP 12416. Fax (12) 31232849, Tel. (12) 31232850, ramal 31. E-mail: avelasco@feg.unesp.br

INTRODUÇÃO

Analisando o ensino da área gráfica nas escolas de engenharia, observa-se um processo de fragmentação, individualização e desvalorização do mesmo. Podem-se encaminhar como problemas dessa área desde a falta desses conteúdos no ensino fundamental e médio à pouca importância dada ao desenvolvimento da aptidão espacial dos estudantes, causando uma baixa qualificação nessa área dos atuais ingressantes em engenharia.

Como pretensa solução, modificaram-se as grades curriculares em relação aos conteúdos da área gráfica no ensino de engenharia, com uma inserção de tópicos que já deveriam ser de domínio dos alunos em disciplinas existentes ou até mesmo novas disciplinas.

Essa alteração, contraditoriamente, foi seguida por uma drástica redução da carga horária, obrigando o docente a priorizar em seu plano de ensino alguns tópicos que lhe pareciam mais relevantes. Como a escolha dos tópicos a serem dados foi feita com base em critérios individuais, ou, no máximo, de pequenos grupos acadêmicos, detecta-se uma subjetividade na escolha dos conteúdos das disciplinas, ocasionando uma fragmentação e perda da unidade conceitual.

Esses fatores, e outros a serem discutidos, contribuíram para um processo de desvalorização do ensino de desenho pela comunidade acadêmica, o qual passa a ser visto como disciplina secundária. Não sendo desenvolvida a aptidão espacial nas crianças e adolescentes, esse desenvolvimento passa a ser um objetivo fundamental no ensino superior e, pelas características intrínsecas das disciplinas da área gráfica, essa responsabilidade é não só, mas principalmente, de seus professores.

A aptidão espacial desenvolve estratégias de raciocínio que, acompanhadas das analíticas, verbais, algorítmicas e lógico-matemáticas, ajudam o aluno a pensar, proporcionando meios para que ele utilize toda sua capacidade de raciocínio na resolução de problemas.

Pode-se dizer que as aptidões espacial, verbal e lógico-matemática interagem intimamente no processo de raciocínio, pois explicam a maior parte das pontuações obtidas por meio de baterias de teste de inteligência. Desenvolver a aptidão espacial não é só preparar o aluno para as atividades relacionadas com o projeto, e, sim, prepará-lo melhor para toda e qualquer atividade de pessoal ou profissional.

Por todos os motivos citados, vê-se a necessidade da formulação de novas estratégias de ensino-aprendizagem, de forma a atender às novas restrições de carga horária, ao aumento de conteúdo e à mudança do perfil do alunado, sem perder a qualidade, a base teórica e a interação do conteúdo da área gráfica com todo o corpo da engenharia, ou seja, usar a tecnologia a favor de novas metodologias para superar todos esses obstáculos e atingir os objetivos propostos.

A partir desse quadro de referência foi então estruturado o projeto, que se propôs à execução e avaliação de material didático nesta área de conhecimento, incorporando novas tecnologias com o objetivo de auxílio e complementação de conteúdos do ensino presencial, de forma a otimizar e melhorar o rendimento acadêmico.

A ÁREA GRÁFICA

A área gráfica compõe-se das teorias e metodologias de representação através do desenho ou do que é visual; sua linguagem representa o concreto ou o abstrato, as relações matemáticas ou intuitivas.

Essa área tem no desenho sua maior expressão e possui uma extensão significativa, pois pode se manifestar como arte ou técnica, com interpretações distintas sobre os objetivos e funções do desenho para cada área na qual é utilizado.

Alguns autores defendem, e/ou necessitam do, o enfoque estritamente matemático da geometria como base do processo de ensino-aprendizagem; outros enfatizam um processamento cognitivo mais intuitivo, não só no desenho artístico como em vários casos do ensino de desenho técnico; alguns a usam somente como ilustração, enquanto outros, como base primordial na resolução de problemas teórico e/ou práticos.

Dessa maneira, o desenho pode se apresentar de maneiras variadas, podendo ser classificado em desenho artístico, desenho geométrico, desenho projetivo e desenho técnico. Além dessa classificação geral, têm-se atualmente novos enfoques que estão sendo inseridos no corpo de conhecimentos chamado área gráfica. Essas novas abordagens se ligam diretamente à computação gráfica, onde vários itens podem ser adicionados, como, por exemplo, programação e desenvolvimento de aplicativos.

Com tantos enfoques e aplicações diferentes, o desenho acaba sendo pauta de uma discus-

são fragmentada, perdendo a cada momento um pouco do foco da imagem total do que vem a ser o desenho e a área gráfica. Assim, fica mais e mais difícil montar este todo de uma forma coerente. Essa discussão sobre o enfoque se diversifica em virtude principalmente de formação de cada professor, que frequentemente ministra as disciplinas por afinidade e habilidade pessoal, não por uma formação específica.

Para superar essas questões deve-se concluir com urgência sobre qual enfoque deve ser dado à disciplina de desenho técnico para a engenharia, já que não é viável pensar em oferecer, em tão pouco tempo e com tal falta de base dos alunos, uma ideia mínima de todos os conceitos da área. Esta conclusão é fundamental, pois é a partir dela que se definem os objetivos, o conteúdo programático, o planejamento de classe, as estratégias de ensino-aprendizagem e o tipo de avaliação, que ofereça dados reais sobre o desenvolvimento da disciplina, em busca do objetivo proposto.

A partir do momento em que esse enfoque não é clara e universalmente definido, têm-se como consequência uma redução da parte teórica e uma valorização dos fundamentos técnicos da matéria. A matéria de desenho no ensino superior passa, então, a ser basicamente o ensino de técnicas com alguns tópicos teóricos do desenho geométrico e da geometria descritiva inseridos em seu corpo à medida que os docentes, de formações diversificadas, sentem necessidade. Isso provoca uma confusão conceitual sobre o que deveria ser o conteúdo programático das disciplinas de desenho.

Observa-se que, para atender a essa diversidade de conteúdo, os docentes o elaboram de forma apostilada, tornando os textos mais leves, reduzidos e diretos, com o objetivo de acelerar o aprendizado. A consulta a livros mais elaborados, completos e complexos é praticamente ignorada. Não havendo demanda no mercado, não há interesse na atualização dos livros teóricos, ou seja, não há material didático em padrões compatíveis às novas linguagens de comunicação, exigidas pelos novos usuários.

Ao ensinar e cobrar mais a técnica, o ensino de desenho aproxima-se do profissionalizante do ensino médio, em detrimento da formação da linguagem fundamental das Engenharias. Assim distanciou-se do ensino de projeto provocando uma lacuna que reforça uma falsa concepção de que o projeto de engenharia independe desse ensino de desenho.

Todos esses fatores contribuíram para um processo de desvalorização do ensino de desenho pela comunidade acadêmica, pela qual passa a ser visto como disciplina secundária. Essa desvalorização torna a matéria frágil às alterações curriculares dos cursos, acentuando esse processo.

Com o advento de novas tecnologias aplicadas ao ensino, principalmente na área de ciências exatas no tocante à expressão e comunicação gráfica, houve um mascaramento desses problemas. Isso ocorreu na medida em que se disseminou a ideia de que os programas gráficos resolveriam todos os problemas de desenho.

Os alunos têm chegado à universidade com deficiências em sua visualização e com uma carga cultural, inclusive reforçada por alguns professores, de que esse assunto não é relevante. Isso traz uma necessidade premente de mudanças. A dificuldade encontrada na verbalização dos procedimentos gráficos solicita também outras formas de abordagem dentro do processo de ensino-aprendizagem desta área. Assim, as possibilidades trazidas pela informática devem ser plenamente aproveitadas, mas não com a ideia cômoda de que os programas gráficos resolverão os problemas, afinal nenhum programa resolve algo por si só; é o uso que se faz dele que pode ajudar a encontrar uma solução ou não.

Portanto, quatro fortes motivos encorajam a adoção desses novos recursos didáticos: primeiro, atender às restrições de carga horária, que diminui a cada dia em relação ao conteúdo a ser ministrado; segundo, atender à mudança do perfil dos alunos, que passam pelos ensinamentos fundamental e médio e chegam à universidade sem as informações básicas e sem terem sua visualização desenvolvida; terceiro, saber que o trabalho gráfico fornece ao aluno mais possibilidades de estratégias de raciocínio, desenvolvendo seu potencial intelectual; quarto é a constatação de que o uso de outras formas de abordagem dentro do processo de ensino-aprendizagem dessa área, com o uso das possibilidades que a informática nos fornece, auxilia a superar a dificuldade encontrada na verbalização dos procedimentos gráficos.

A INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

O desenvolvimento de novas tecnologias nas últimas décadas está influenciando todos os setores da atividade humana. Destaca-se nesse

processo a evolução das tecnologias informáticas e de comunicação, que, nas figuras do microcomputador e da rede internet, têm sido determinante no processo de transformação social. Tal processo, caracterizado como uma revolução da informática, constrói uma linguagem associada a novas formas de pensar e configura, gradativamente, o que já se convencionou chamar “sociedade da informação”.

Entretanto, é importante ressaltar que a simples disponibilidade de tecnologia não provoca, necessariamente, mudanças significativas, mas a sua apropriação pela sociedade é que define a velocidade e o alcance das mesmas, ou seja,

seu dinamismo não se deve a nenhuma pretensa “característica intrínseca” da inovação em si, mas da combinação de variáveis econômicas, políticas, sociais e culturais – além das técnicas – agindo no sentido de estabelecer compromissos constantemente renovados, na busca pela realização dos variados interesses dos atores envolvidos nos acontecimentos. (LEVY, 1998).

Todo e qualquer tipo de recurso que possa ser utilizado em situação de ensino-aprendizagem compõe o elenco de ferramentas das tecnologias educacionais. Nesse contexto, o desenvolvimento da informática e das mídias possibilitou a transformação de recursos e a criação de outros com o mesmo objetivo intrínseco: auxiliar o trabalho do professor e a aprendizagem dos alunos.

A adoção de novas tecnologias provoca mudanças no processo de ensino-aprendizagem, com conseqüente questionamento dos métodos didáticos tradicionais, bem como a redefinição do papel do professor e de sua interação com os alunos. Contudo, esses aspectos ainda não foram assimilados na sua totalidade e a adoção efetiva das transformações necessárias tem sido feita de forma lenta e não sistemática. Novas estratégias pedagógicas se apresentam ao educador, entretanto há necessidade de uma avaliação crítica da adequação dos meios às suas práticas e a seus objetivos.

O desafio que se mostra aos educadores atualmente não é somente usar computadores nas escolas, mas usá-los para o desenvolvimento e mudança das relações e dos meios de ensino-aprendizagem. Tal postura deve pressupor premissas que considerem que a informação e o conhecimento são operados diferentemente dos modelos tradicionais, principalmente em face da rapidez, simultaneidade e forte presença da linguagem icônica.

A possibilidade de trabalho cooperativo entre os estudantes e seus professores, criando uma nova cultura no processo ensino-aprendizagem por meio da informática, deve considerar o computador como meio, não como um fim em si mesmo. No processo educativo eles não substituem as pessoas, mas as auxiliam na reorganização das suas interações.

Desse modo, a informática não pode ser vista como um apêndice no processo educativo, mas, sim, como um elemento integrador e enriquecedor do currículo, que proporciona interdisciplinaridade, envolvendo várias áreas e processos, levando o estudante a participar ativamente na aquisição do conhecimento. Nesse contexto, tem-se como ponto primordial a preparação do professor.

O binômio informática-educação produz bons resultados quando a informática se integra ao sistema educacional, prevendo diversos usuários, modelos cognitivos e motivações diferentes. Além do mais, a frieza das altas tecnologias impõe uma contrapartida indispensável de calor humano: quanto mais tecnológica é uma sociedade, mais necessita de compensações em termos de valores humanos e de afetividade.

A introdução de novas tecnologias nas escolas não deve precipitar a substituição do modelo tradicional de aulas, sem que haja uma preparação do corpo docente e projetos específicos de integração de propostas educativas. Simplesmente tornar alunos e professores usuários desse potencial é insuficiente: conectar várias pessoas em rede não garante o compartilhamento objetivo de informações, nem, muito menos, o aprendizado.

INFORMÁTICA NO ENSINO DA ÁREA GRÁFICA

Normalmente, nas áreas tecnológicas o profissional de ensino não tem uma formação pedagógica. Geralmente, o professor de desenho é um especialista em áreas afins, tendência que parece ser mantida. Esses profissionais estudaram desenho segundo um enfoque meramente utilitário, e cursos que têm acentuada ênfase em aplicações práticas, como engenharia, têm uma visão segmentada e um conceito limitado sobre a matéria.

Como pode o professor de desenho democratizar o conhecimento desta matéria se não visualiza o contorno da matéria, impedindo, assim, a compreensão de seus fundamentos nos aspectos históricos, epistemológicos, psicológicos e, princi-

palmente, os aspectos metodológicos que se referem às relações entre os conteúdos que formam o grupo de assuntos que compõem o universo dessa linguagem?

Professores de desenho devem dominar os conhecimentos teórico, conceitual e integrado da geometria descritiva, desenho geométrico e desenho técnico, entre outros, que permitam um processo efetivo de ensino-aprendizagem adaptado à nova realidade. Assim, a tecnologia educacional retoma a discussão não só sobre as bases conceituais necessárias para sua consolidação, mas também as questões conceituais do ensino de desenho.

A ciência computacional provê benefícios e potencialidades, porém o uso correto e apropriado de qualquer nova ferramenta requer a formação de uma cultura para que os resultados desejados possam ser efetivamente alcançados. Também é indispensável entender as mudanças conceituais que a dinâmica estabelecida pelas novas tecnologias impôs na linguagem gráfica e perceber as transformações que essa mudança de paradigma provoca nos perfis dos profissionais da área.

Na área gráfica, o processo de ensino-aprendizagem apropria-se das tecnologias informáticas de três maneiras distintas: a primeira é ver a tecnologia como instrumento da prática do desenho, ensinando o aluno a ser um usuário de um programa gráfico; a segunda é como instrumento de desenvolvimento de algoritmos de programação objetivando resultados gráficos; a terceira é como ferramenta educacional, ao usar a tecnologia como suporte às metodologias didáticas.

A primeira maneira citada é a que mais fácil e rapidamente se incorporou ao dia a dia de sala de aula: por um lado, por pressão do mercado que exige que os profissionais saibam manusear vários tipos de programas; por outro, por ser a que não questiona a cultura estabelecida das atividades didáticas. A segunda maneira, por ser de interface com outras áreas de conhecimento, praticamente não foi absorvida na área gráfica. A terceira, de que trata este trabalho, é a mais polêmica e de difícil expansão, pois percebe-se que as atividades educacionais que usam os recursos informatizados são de iniciativa restrita e pontual.

Com os recursos da informática vislumbra-se um novo e rico horizonte de interação nessa área. Sendo ferramentas que permitem um trabalho de estímulos visuais tridimensionais e interativos únicos, é clara a oportunidade de ensino que se apresenta com a incorporação des-

sas tecnologias, usando-as a favor de novas propostas metodológicas para superar os obstáculos impostos ao atual ensino de desenho e, assim, atingir as metas desejáveis.

A APTIDÃO ESPACIAL

A aptidão espacial foi definida como a capacidade para formar, reter, recuperar e transformar imagens visuais. (CARROLL, 1993). Estudos fatoriais identificaram vários fatores que compõem a aptidão espacial, caracterizados diferentemente pela ênfase nos diferentes aspectos dos processos implicados: formação, armazenamento, memorização e transformação da imagem. (LOHMAN, 1994).

Esta aptidão desenvolve estratégias de raciocínio que, acompanhadas das analíticas, verbais, algorítmicas e lógico-matemáticas, ajudam o aluno a pensar, proporcionando meios para que ele utilize toda sua capacidade de raciocínio na resolução de problemas. Pode-se dizer que as aptidões espacial, verbal e lógico-matemática interagem intimamente no processo de raciocínio, pois explicam a maior parte das pontuações obtidas por meio de baterias de teste de inteligência.

Pesquisas como as de Kintsch e Greeno (1985, apud LOHMAN, 1996) sugerem uma estreita relação entre as aptidões verbais, lógico-matemáticas, espaciais e G (coeficiente geral de inteligência). Assim, ter como objetivo pedagógico o desenvolvimento da aptidão espacial é fundamental e válido não só pela atividade de projeto, mas também porque fornece ao aluno diversas opções de estratégias mentais.

A visualização espacial é o fator mais importante da aptidão espacial, sendo definida como a capacidade de gerar uma imagem mental, fazer transformações na mesma, como rotar, torcer, inverter, decompor e manter ativas na mente as mudanças na imagem, ocorridas pelas transformações feitas.

A pesquisa científica demonstra que os testes de avaliação da visualização espacial são excelentes ferramentas para prever o sucesso de arquitetos, cirurgiões, engenheiros, pilotos, entre outros. (HSI; LINN; BELL, 1997; LOHMAN, 1994).

A suscetibilidade dessa aptidão ao treinamento também é corroborada por vários autores (NEWCOMBE; MATHASON; TERLECKI; 2002; BAENNINGER; NEWCOMBE, 1989), os quais concluíram que quase todos os tipos de treina-

mento (diretos ou indiretos, de curto, médio ou longo prazo) permitem incrementar em maior ou menor grau a média dos resultados nos testes de aptidão espacial.

No caso do ensino da área gráfica, já se verificou (PRIETO; VELASCO, 2002, 2004, 2008) a melhora da visualização após o curso de desenho técnico básico, o que torna essa disciplina um bom treinamento indireto e a longo prazo dessa aptidão, trazendo mais um irrefutável fator da grande importância dessa disciplina nas grades curriculares das engenharias.

A APTIDÃO ESPACIAL NOS ESTUDANTES DE ENGENHARIA

Embora o raciocínio espacial seja importante na engenharia, não há instrução formal e explícita do mesmo, mesmo se sabendo que os alunos vêm chegando à universidade com uma experiência cada vez mais limitada. Profissionais que têm boa visualização desenvolveram sozinhos as suas habilidades e, embora usem esse raciocínio com extrema frequência, não conseguem verbalizar como resolvem os problemas espaciais.

Pesquisas revelam que especialistas usam diversos tipos de estratégias na resolução de problemas espaciais, como, por exemplo: a) holística, ou seja, o objeto é rotacionado inteiro; b) analítica, ou seja, partes do objeto, como comprimentos e ângulos, são analisadas e usadas para rotacionar o objeto; c) baseada em padrões, ou seja, partes familiares do objeto são rotacionadas e depois agrupadas. Especialistas algumas vezes usam experiências anteriores para decidir qual estratégia é mais apropriada, e outras vezes mudam de estratégia depois de começar a solucionar o problema. Não há uma estratégia melhor que outra; a escolha de qual usar dependerá da pessoa, seu nível de aptidão espacial e seu nível de experiência e familiaridade com uma ou outra estratégia, bem como o tipo de problema a ser resolvido. (HSI, 1997).

Os próprios problemas, em razão de sua complexidade, podem exigir ou possibilitar o uso de diversas estratégias, mas os estudantes, embora resolvam esse tipo de problemas usando as mesmas estratégias dos especialistas, não têm experiência e não sabem quando, como e qual estratégia usar.

A parte gráfica de um problema não é meramente ilustrativa; ela dá informações fundamentais à resolução do mesmo. Aprender e/ou desenvolver a capacidade de extrair informa-

ções de uma imagem e trabalhá-las adequadamente no âmbito visual aumenta a capacidade de se chegar à resolução do problema. Com essa capacidade aumentada, melhora-se o raciocínio inclusive na resolução de problemas não visuais, já que o desenvolvimento do processamento cognitivo se dá por meio da integração do verbal, visual e lógico-matemático.

Assim, a partir do momento em que não é desenvolvida a aptidão espacial nas crianças e adolescentes, esse desenvolvimento passa a ser um objetivo fundamental no ensino superior e, pelas características intrínsecas das disciplinas da área gráfica, essa responsabilidade é não só, mas principalmente, de seus professores.

Em pesquisas anteriores, de Prieto e Velasco (2002, 2004) e Velasco e Kawano (2002), verificou-se que a visualização apresenta uma relação maior com o ensino da área gráfica na engenharia.

Os resultados obtidos suportam a conclusão de que a Visualização Espacial é uma aptidão que pode ser desenvolvida com treinamento e, mesmo que os professores não explicitem este objetivo, o ensino de Desenho Técnico é um meio eficiente de fazer isto. Sugere-se também que a mudança na Visualização Espacial pode ser considerada como um indicador da eficiência do processo de ensino-aprendizagem. (PRIETO; VELASCO, 2002).

O AMBIENTE

O Ambiente Multimídia Expressão Gráfica, idealizado para auxiliar e complementar os conteúdos do ensino presencial, encontra-se disponível no sítio Web <http://www.feg.unesp.br/~expressaografica>. (Figura 1).

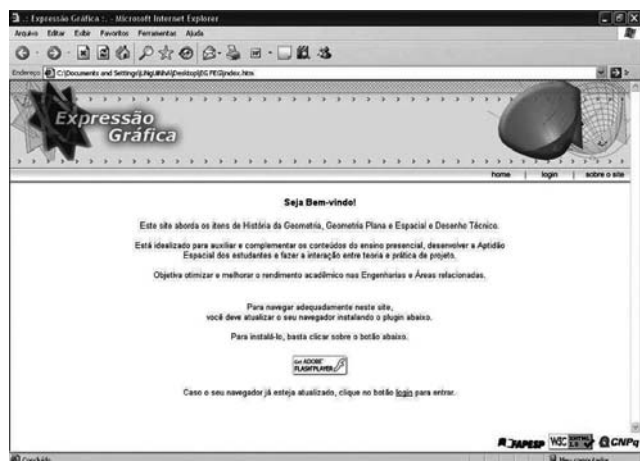


Figura 1 - Tela inicial do ambiente

PLANEJAMENTO

Foi planejado para ser uma ferramenta de auxílio ao ensino presencial, permitindo ao aluno, após uma aula presencial, revisar, no seu ritmo, os assuntos abordados, aprofundar conceitos e trabalhar no desenvolvimento da sua visualização espacial.

Sua proposta é privilegiar a percepção visual dos procedimentos de resolução de problemas geométricos, buscando uma conexão dessa percepção com a verbalização dos mesmos, pois pesquisas indicam que o uso concomitante de mais de uma aptidão, no caso, a espacial e a verbal, desenvolve o raciocínio, proporcionando novas estratégias.

Esse ambiente multimídia não deve substituir as atividades educacionais já existentes, nem se propõe ser simplesmente uma versão computadorizada dos atuais métodos usados em sala de aula. O ambiente deve ser uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino.

Para um ambiente destinado ao raciocínio espacial, é interessante que o aluno seja levado a desenvolver um repertório de estratégias tanto holísticas como analíticas e baseadas em padrões, que são as usadas por todos, mas que os estudantes ainda não têm experiência para decidir sobre qual, quando e como usar.

Dessa maneira, é necessário que as estratégias sejam visíveis, fornecendo modelos dinâmicos, concatenando estratégias alternativas em vários problemas espaciais e suas soluções, o que permitirá aumentar a experiência dos alunos com o raciocínio espacial. Para isso, segundo HSI (1997) e Linn (2004), devem-se prever:

- a possibilidade de rotação livre do objeto, fazendo com que o aluno visualize a estratégia holística que, no mais das vezes, ele tem dificuldade em realizar mentalmente;
- a possibilidade de visualização estática do objeto em orientações familiares como as perspectivas isométricas;
- a possibilidade de destacar partes do objeto, fazendo o reconhecimento das mesmas em diversas visualizações simultaneamente, o que auxilia no reconhecimento de padrões;
- a possibilidade de análise das medidas e formas do objeto através das projeções ortogonais, permitindo uma estratégia analítica.

Essas possibilidades devem ser fornecidas aos estudantes tanto em problemas solucionados como nos propostos.

Deve-se também estimular o trabalho em grupo simultaneamente com o uso do ambiente, pois o suporte social fornecido pelo trabalho de classe é necessário à otimização do aprendizado. O estímulo deve ser na identificação das estratégias usadas por cada um na resolução dos problemas, fazendo com que o aluno tenha um pensamento crítico em relação às suas estratégias e às dos seus colegas. Isso trará a experiência necessária sobre quando, como e qual tipo usar.

Um tipo de exercício que pode encorajar o estudante a assumir seu papel como investigador e crítico no processo de aprendizado é o que usa objetos ambíguos a partir de duas de suas vistas. Perceber que pode não existir só uma resposta correta ou um só caminho de resolução enfatiza a diversidade, a importância de se contrastarem alternativas e se considerarem as diferenças.

Outras premissas de projeto foram seguidas:

- a) O projeto deve conter uma gama de assuntos básicos, de maneira a se tornar suficientemente completo, pelo menos nos aspectos básicos, permitindo ao usuário acessibilidade fácil aos principais temas necessários à sua formação nessa matéria. Essa preocupação se deve ao fato de que, na pesquisa bibliográfica, as informações, embora sejam básicas, dificilmente foram encontradas reunidas em um só local, o que se traduz em um benefício importante disponibilizado pelo ambiente.
- b) Deve enfatizar a visualização das relações matemáticas nas representações geométricas bidimensionais e a relação objeto – representação. A ênfase na parte gráfica/visual é necessária, pois os raciocínios verbal e lógico-matemático já são exaustivamente trabalhados em detrimento do espacial e, como já citado, essas três aptidões são igualmente importantes no desenvolvimento e bom uso da inteligência.
- c) Não utilizar fortes apelos gráficos para a manipulação do ambiente, já que o conteúdo, ao qual se deve dar mais atenção, é essencialmente gráfico. Evitar tornar o ambiente um festival de recursos e artifícios por conta de uma pretensa estética e/ou modernidade.

- d) Dar ênfase, no trabalho tridimensional, à conceituação de que a representação gráfica é o resultado de um sistema de projeção. Considera-se que entender essa correlação espaço – plano, a partir da projeção que parte do observador e relaciona-se com o objeto e o próprio plano, variando conforme suas posições no espaço, é a base fundamental da compreensão do resultado expresso em perspectivas e vistas.
- e) Dar ênfase também ao desenvolvimento da visualização espacial, habilidade extremamente necessária ao nosso aluno.
- f) Respeitar a diversidade de estilos de aprendizado de cada aluno. Para isso vários recursos devem ser sendo adotados: animações, interatividade, exercícios informatizados para o desenvolvimento da visualização.
- g) Usar o máximo de recursos de interação já provavelmente conhecidos do usuário, como barras de ferramentas, indicação de conexões e acessos à navegação pelo ambiente, semelhantes aos programas mais comuns.
- h) Manter uma identidade visual facilmente reconhecível; que forme não só o contexto do ambiente como um todo como também proporcione uma organização, diferenciação e discriminação das informações apresentadas. É fundamental que o ambiente seja claro nas suas conexões e instruções, de tal forma que o usuário consiga facilmente dominar como funciona e como é operado.

Concebido para ser um ambiente completo, com vários tópicos da área gráfica, logo se percebeu que a grandeza da ideia, sonho ou utopia só seria plenamente realizada se fosse um trabalho de uma grande equipe. Assim, os tópicos implantados são somente os que constam dos Quadros 1 e 2.

EXECUÇÃO

O Ambiente Multimídia Expressão Gráfica foi desenvolvido por meio de uma interface gráfica Web, utilizando a linguagem XHTML 1.0 Transitional. Estão juntamente implementados os recursos tecnológicos do pacote Macromedia Studio MX (TM, versão 7.0, Copyright© 1993-

2004 Macromedia, Inc.), composto pelos aplicativos Macromedia Dreamweaver MX para a edição de Webpages; Macromedia Flash MX para construção das animações; Macromedia Fireworks MX para a edição de imagens. Além desses, foram utilizados o Cabri Geomètre® II (versão 1.0 MS Windows, Texas Instruments) para construção de figuras geométricas planas interativas, e o CabriWeb (Version 1.1.0, October 2004), ferramenta para a disponibilização dos Applets Java.

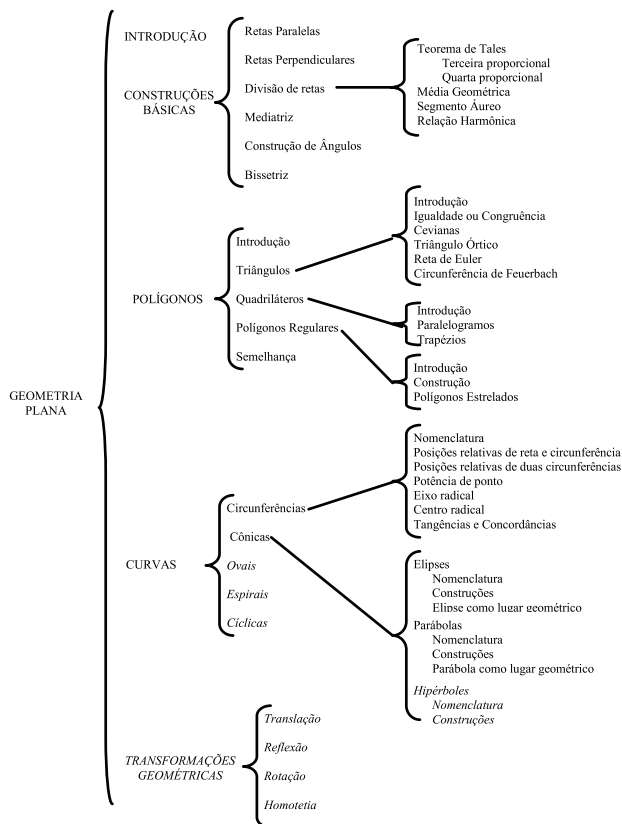
Buscou-se considerar sempre os conceitos de usabilidade, como, por exemplo, o de *Feedback* Imediato, no qual o usuário obtém respostas do sistema num pequeno espaço de tempo. Estabelece, assim, a satisfação e a confiança do usuário no sistema, evitando que tome uma atitude prejudicial ao processo em andamento.

Para isso utilizaram-se de recursos de construções vetoriais disponibilizados pelo Macromedia Flash MX, reduzindo significativamente o tamanho dos arquivos criados por ele.

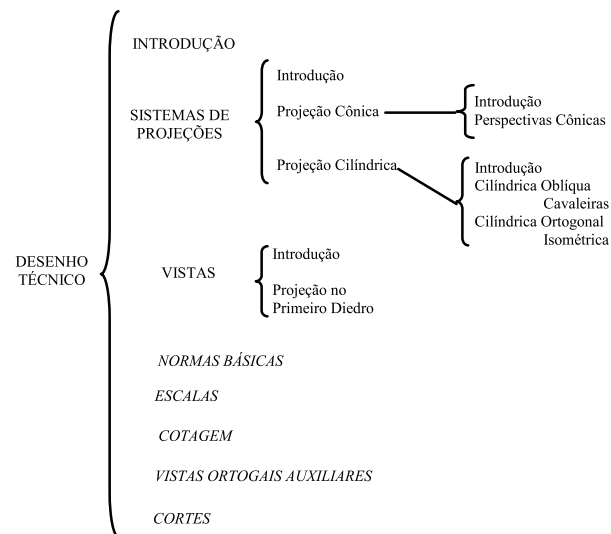
Seguindo na preocupação de obedecer aos conceitos de usabilidade, foi implementado nas telas o uso coerente do espaço em branco, da distinção e posicionamento dos objetos, a fim de que o usuário reconheça rapidamente sua organização visual e seus itens, relacionando-os uns com os outros, levando em conta a localização (topologia), as características gráficas de cada objeto e a sua ordenação lógica.

O uso de cores respeitou as recomendações ergonômicas de Cybis (2003), utilizando apenas cores neutras e de mesma luminância (brilho); não foram empregadas mais de dez cores e sempre as associando a um significado de ação ou resultado.

Como o conteúdo abordado no ambiente é extenso, adotou-se a estrutura de Painel de Menu munido de Itens de Menu para promover uma acessibilidade a todos os itens do ambiente. Essa estrutura foi inspirada nas Barras de Menu encontradas nos principais sistemas operacionais e programas (Figura 2), valorizando o uso de objetos já conhecidos pelo usuário.



Quadro 1 - Organograma dos temas abordados no item Geometria Plana (os textos em itálico ainda não foram implantados)



Quadro 2 - Organograma dos temas abordados no item desenho técnico (os textos em itálico ainda não foram implantados)

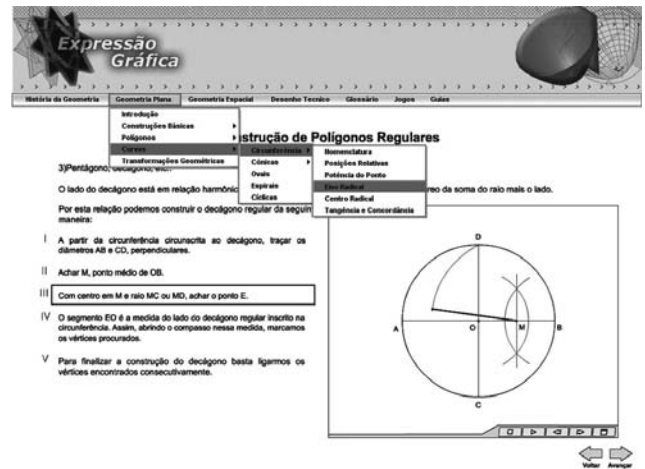


Figura 2 - Estrutura de Painel de Menu utilizada no Ambiente Multimídia

Esse Painel de Menu busca agrupar os tópicos de maneira lógica, conforme os organogramas dos quadros 1 e 2. Balancearam-se a largura (número de opções existentes) e a profundidade (número de passos necessários para disparar as opções) para proporcionar as mínimas ações do usuário.

É nítida a identidade visual dos objetos presentes nas telas do ambiente, que se faz importante principalmente pelo uso intensivo de imagens, tornando fundamental a padronização das figuras disponíveis.

Para favorecer o processo de aprendizagem, as animações que demonstram passo a passo os procedimentos gráficos, explicitando as relações matemáticas existentes, são sempre acompanhadas de explicações textuais sobre cada passo dado. Vale ressaltar que, durante o decorrer da animação, o trecho do texto referente ao passo em questão é destacado por meio de uma moldura (Figura 3).

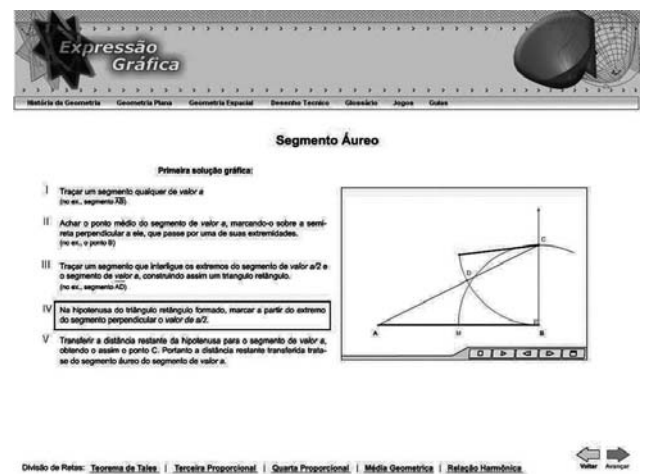


Figura 3 - Construção geométrica do segmento áureo, exemplificado através de uma animação e de um texto explicativo, onde o trecho do texto referente ao passo da animação é destacado

Além disso, foram incorporados botões de comando, os quais disponibilizam as opções de iniciar, interromper, retroceder e avançar (Figura 4), possibilitando aos alunos com capacidades de trabalho perceptivo e cognitivo diferentes alcançarem os mesmos objetivos.

Disponibilizou-se também a possibilidade de maximização da área da animação, onde a parte gráfica passa a ocupar a maior parte da tela, permitindo ao aluno uma visualização mais clara das figuras e procedimentos envolvidos (Figura 5).

Com o mesmo objetivo, ou seja, facilitar o processo de aprendizagem, o ambiente disponibiliza também figuras interativas (Figura 6), definidas como objetos que podem ser movimentados, redimensionados e rotacionados. Neste trabalho foi utilizado o programa Cabri Geomètre® II para a construção de tais figuras. Para possibilitar o uso dessa interatividade utilizou-se o programa CabriWeb.

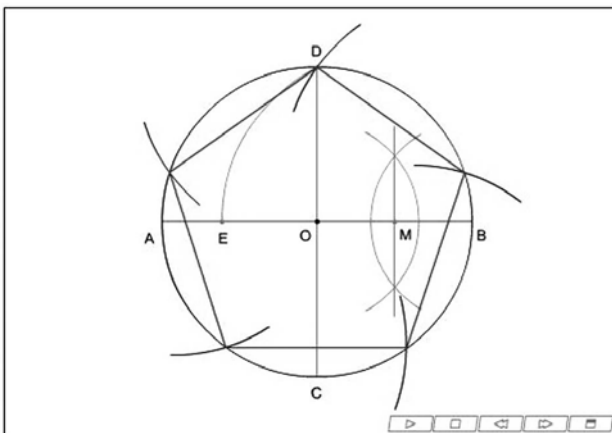


Figura 4 - Animação passo a passo do procedimento gráfico da construção geométrica do pentágono regular, com botões de comando

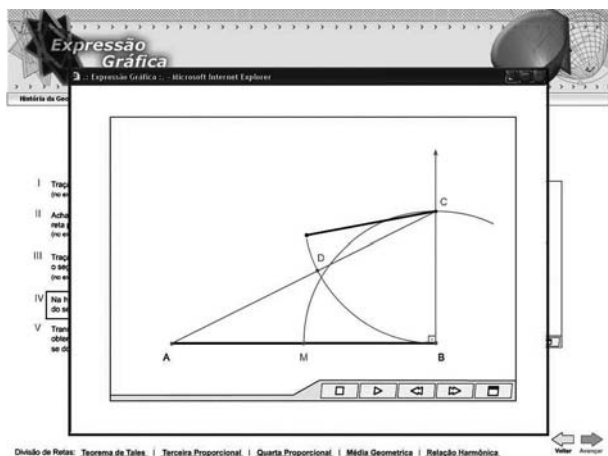


Figura 5 - Animação da construção geométrica do segmento áureo, implementada dos botões de comando, com a função maximizar ativada

Os tópicos referentes a desenho técnico trazem uma pequena introdução teórica sobre sistemas de projeção (Figura 6) e exercícios resolvidos das perspectivas mais simples e mais utilizadas: as cavaleiras e isométricas (Figura 8). Esses exercícios foram implementados por animações interativas, nas quais o aluno tem a oportunidade de parar, retornar e prosseguir no seu ritmo. Na sequência também se encontra o assunto de vistas ortogonais no primeiro diedro (Figura 9).

Nesses tópicos decidiu-se abordar, em diferentes níveis de aprofundamento, as projeções cônicas – somente em sua definição; as projeções cilíndricas, oblíquas e ortogonais, destacando-se o desenho das perspectivas cavaleiras e isométricas (as mais usadas em engenharia) e das vistas.

Fazer o aluno perceber essa relação ponto no espaço – ponto no plano, reta no espaço – reta no plano, plano no espaço – plano no plano é o grande desafio do ensino de desenho técnico para a engenharia. Assim, esse assunto básico sobre sistemas de projeções e seus resultados, até chegar ao tema vistas ortogonais, é a principal abordagem nesse item. Deve-se ter muito cuidado na execução dessa parte, pois se entende que, se bem executada, todos os outros assuntos serão facilitados, não na parte operacional de implementação, mas na sua parte conceitual.

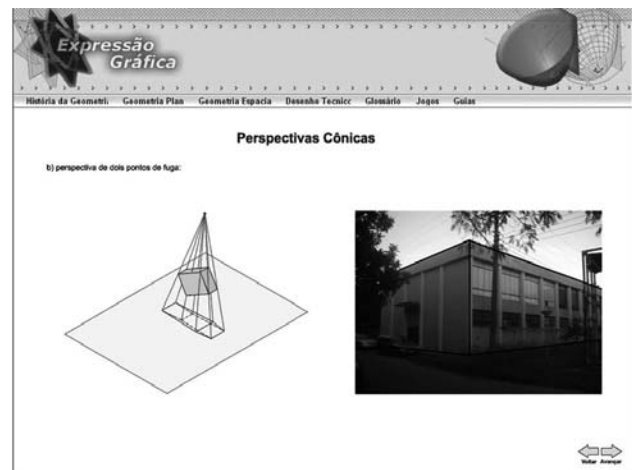


Figura 6 - Exemplo de perspectiva cônica de dois pontos de fuga



Figura 7 - Exercício de Perspectiva Isométrica, sendo resolvido em animação



Figura 8 - Planificação das projeções ortogonais de um objeto no primeiro diedro

AVALIAÇÃO DO AMBIENTE

Para avaliar o ambiente multimídia expressão gráfica utilizou-se uma aplicação de questionários e/ou entrevistas com o usuário para avaliar sua satisfação ou insatisfação em relação ao sistema.

Assim, desenvolveu-se um questionário contendo quinze perguntas agrupadas em três eixos temáticos, considerados os principais em avaliações de ambientes educacionais:

- a) Acessibilidade e facilidade de manuseio do ambiente, lógica de apresentação e ícones utilizados:

É fundamental a facilidade de compreensão quanto ao manuseio do ambiente, pois o aluno deve dominar sua interação com o ambiente rapidamente para que possa se concentrar exclusivamente no conteúdo didático abordado pelo mesmo.

- b) Conteúdo abordado, coerência, profundidade e adequação ao usuário:

Deve-se ter certeza de que o conteúdo disponibilizado é compatível ao trabalho com o usuário pretendido, pois essa adequação é um dos pilares do interesse e motivação do aluno junto ao ambiente.

- c) Abordagem pedagógica, ou seja, animações, sequências didáticas e interatividade:

A maneira pela qual buscamos ensinar um determinado conteúdo é tão importante quanto o próprio conteúdo em si. É determinante na motivação e predisposição do aluno ao aprendizado, bem como facilita ou não a compreensão e apreensão do assunto em questão.

Disponibilizou-se também um campo onde o aluno/docente poderia deixar uma sugestão/opinião sobre o ambiente.

A amostra para esse trabalho de avaliação foi composta por docentes e alunos dos cursos de engenharia e licenciatura em matemática da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Unesp – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

Observou-se que tanto docentes como alunos se envolveram mais nas partes das animações e figuras interativas e, em geral, ficaram satisfeitos e entusiasmados, apoiando integralmente a iniciativa do desenvolvimento de tal ambiente.

“É uma excelente ferramenta, acho que será muito útil.” (Depoimento de docente)

“O site é ótimo, creio que ajudará bastante nos estudos de desenhos geométricos, pois os métodos de demonstração são bastante didáticos e de fácil manuseio.” (Depoimento de aluno de Engenharia).

“O site é muito bom, não tenho críticas quanto ao conteúdo, que é muito útil e original, além de atender às necessidades de muitas pessoas, que é justamente o básico.” (Depoimento de aluno de Engenharia).

Conclusões semelhantes foram observadas quando os questionários foram analisados nos três eixos temáticos citados no início desse item.

Observa-se no primeiro eixo – acessibilidade e facilidade de manuseio do ambiente – que houve parcela da amostra com uma certa dificuldade (Figura 9). Ao se analisar a fonte da mesma, tem-se que o tamanho da letra está pequeno, embora tenha sido utilizado um tamanho maior do que o recomendado na bibliografia. Isso impe-

diu um mais fácil manuseio e/ou compreensão do que se apresenta na tela, mesmo estando com a propriedade *Full Screen* ativada.

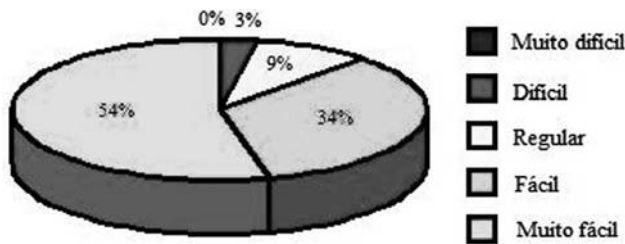


Figura 9 - Acessibilidade e facilidade de manuseio do ambiente, lógica de apresentação e ícones utilizados

No segundo eixo - conteúdo abordado, coerência, profundidade e adequação ao usuário – a aprovação é unânime como se pode ver na Figura 10.

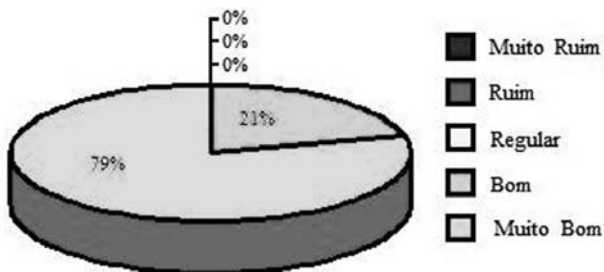


Figura 10 - Conteúdo abordado, coerência, profundidade e adequação ao usuário

No terceiro eixo – abordagem pedagógica, animações e figuras interativas – 6% da amostra consideraram o ambiente regular (Figura 11), mas sem definirem o que exatamente não está satisfazendo, ou, pelo menos, sem uma concordância clara de opiniões. Alguns poucos se manifestaram no sentido de alguns botões ou páginas do ambiente, embora nomeados na tela, não terem função ativa. É necessário lembrar que o ambiente não está finalizado e, por isso, realmente vários elementos ainda não foram implementados.

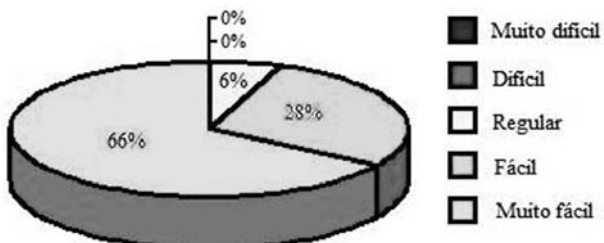


Figura 11 - Abordagem pedagógica

Lembra-se aqui a questão da habilidade e/ou intimidade do usuário com a ferramenta computacional. Sabe-se que há diferenças entre o processo de aprendizagem de aluno para aluno e que nem todos se adaptam a essa abordagem, preferindo o método tradicional. Talvez seja essa a razão das avaliações regulares às perguntas referentes ao terceiro eixo, já que não ficou claro o que causou exatamente tal desconforto.

As poucas mudanças desejadas pelos participantes dessa avaliação são de simples execução e certamente serão implementadas. Além dessas, descrevem-se aqui algumas sugestões dos desenvolvedores do ambiente que também fizeram sua análise. São elas:

- implementar nas animações a possibilidade de acesso e movimentação a partir e para qualquer momento das mesmas, não precisando seguir a sequência preestabelecida;
- implementar som com a narrativa dos passos das animações;
- buscar maior interatividade entre o usuário e as animações, permitindo-lhe fazer alterações nos parâmetros iniciais de um problema, durante a animação da resolução do mesmo.

Essa primeira experiência de avaliação formal e planejada do ambiente forneceu uma visão mais abrangente do mesmo, enriquecendo-o de uma maneira irrefutável. No entanto prevalece a necessidade de uma avaliação continuada, intrínseca ao processo de desenvolvimento do ambiente.

CONCLUSÕES

A partir do quadro de referência descrito no início deste trabalho, verifica-se que é premente e necessário um olhar mais atento ao ensino da representação gráfica de projetos de engenharia.

Embora seja um conhecimento extremamente importante por se tratar da linguagem cotidiana desse profissional, esse processo de ensino-aprendizagem vem se deteriorando ao longo do tempo. Não se pode esperar que programas gráficos resolvam os problemas de engenharia, pois é o olhar crítico e criativo de um profissional bem qualificado que os resolve, usando a ferramenta que melhor lhe cabe.

A visualização espacial, raciocínio fundamental aos nossos alunos, não é um dom. O trabalho com a representação gráfica permite seu

desenvolvimento e, tendo isso em mente, unido a todas as circunstâncias e problemas já citados, verifica-se que novas propostas são necessárias para responder a esses desafios que se apresentam nas faculdades de engenharia atualmente.

Esse ambiente, embora ainda seja uma pesquisa que necessita de mais investimentos e pessoal envolvido, obteve os melhores resultados possíveis, como a maior satisfação e motivação dos alunos, a melhor compreensão da teoria dada e a melhor dinâmica em sala de aula com o uso das ferramentas desenvolvidas no trabalho.

Ainda que os resultados tenham sido animadores, outros docentes que avaliaram positivamente o ambiente, mesmo sabendo que está disponível, não reportam seu uso no seu cotidiano. É claro, então, que a ampliação desta proposta só se efetivará com uma conscientização dos docentes sobre a necessidade de mudanças e de que o computador seja visto como um dos meios úteis para o processo de ensino-aprendizagem. É uma mudança cultural que demanda tempo para ser absorvida.

Ainda que haja o uso da ferramenta, a inserção do computador no processo de ensino-aprendizagem não gera uma revolução educacional, porque só o ser humano revoluciona a partir do uso que faz das ferramentas ao seu alcance. Assim, prevê-se que será necessária muita exposição do ambiente ao público-alvo, fazendo com que, pouco a pouco, seja realmente manuseado e aceito.

Sabe-se que o ambiente não está completo, mas o básico que já apresenta vem sendo de muita valia, pelo menos para a docente autora deste trabalho.

Espera-se que a atenção despertada, numa perspectiva de avaliação extremamente positiva, leve não só o aluno a gastar menos tempo aprendendo a traçar seus resultados, como promova oportunidades ao professor de trabalhar com a teoria, com a invariância das propriedades matemáticas, com o posicionamento do observador, objeto e sua projeção, etc., conforme o tema que esteja desenvolvendo em sala de aula.

REFERÊNCIAS

- BAENNINGER, M.; NEWCOMBE, N. The role of experience in spatial test performance: a meta-analysis, *Sex Roles*, v. 20, p. 327-343, 1989.
- CARROLL, J. B. *Human cognitive abilities. A survey of factor-analytic studies*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993.
- CYBIS, W. A. *Engenharia de usabilidade: uma abordagem ergonômica*. Laboratório de Utilizabilidade de Informática. Florianópolis, 2003. Disponível em: <http://www.labiutil.inf.ufsc.br/apostila.htm>.

HSI, S.; LINN, M. C.; BELL, J. E. The role of spatial reasoning in engineering and design of spatial instructions. *Journal of engineering education*, v. 86, p. 151-158, 1997.

LEVY, P. *As tecnologias da inteligência*. 6. ed. Rio de Janeiro: Editora 34, 1998.

LINN, M. C.; DAVIS, E. A.; BELL, P. *Internet environments for science education*. Londres: LEA, 2004.

LOHMAN, D. F. Spatial Ability. In: STERNBERG, R. J. *Encyclopedia of human intelligence*. New York: Mc Millan, 1994. p. 1000-1007.

LOHMAN, D. F. Spatial Ability and G. In: DENNIS, I.; TAPSFIELD, P. (Ed.). *Human Abilities: their nature and measurement*. New Jersey: LEA; Publishers, 1996. p. 97-116.

NEWCOMBE, N. S.; MATHASON, L.; TERLECKI, M. Maximization of spatial competence: more important than finding the cause of sex differences. *Biology, Society and Behavior: the development of sex differences in cognition*. Westport, CT: Ablex, 2002. p. 183-206.

PRIETO G.; VELASCO A. D. Predicting academic success of engineering students in technical drawing from visualization test scores. *Journal for Geometry and Graphics*, v. 6, p. 99-109, 2002.

_____. Construção de um teste de visualização a partir da psicologia cognitiva. *Avaliação Psicológica*, v. 1, p. 39-47, 2002.

_____. Training visualization ability y technical drawing. *Journal for Geometry and Graphics*, v. 8, p. 107-115, 2004.

PRIETO, G. et al. Mejora la visualización espacial con el aprendizaje del dibujo técnico? *Revista Mexicana de Psicología*, v. 25, p. 175-182, 2008.

VELASCO, A. D.; KAWANO, A. *Avaliação da aptidão espacial em estudantes de engenharia como instrumento de diagnóstico do desempenho em desenho técnico*. 2002. 171p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AGRADECIMENTOS

À Fapesp, pelo auxílio prestado.

DADOS DA AUTORA



Angela Dias Velasco

Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela UFRJ; mestrado em Arquitetura em 1989, pela EESC-USP, e Doutora em Engenharia Civil em 2002, pela Epusp. Professora da Faculdade de Engenharia da Unesp, Campus de Guaratinguetá, ministrando disciplinas de Desenho Técnico Básico para as engenharias e Desenho Geométrico e Geometria Descritiva para a Licenciatura em Matemática. Desenvolve pesquisas na área de desenvolvimento da Visualização Espacial em ingressantes em Engenharia, articulando as áreas de Educação, Psicologia, e Representação de Projetos de Engenharia.