TECNOLOGIAS DE APRENDIZAGEM PARA O ENSINO DE ENGENHARIA IN LOCO E À DISTÂNCIA

Janio Itiro Akamatsu – akamatsu@feg.unesp.br

Galeno José Sena – gsena@feg.unesp.br

UNESP – Campus de Guaratinguetá

12500-000 - Guaratinguetá-SP

Fone:(012) 525.2800 FAX: (012) 525.2466

Resumo. Atualmente, as tecnologias de aprendizagem estão tendo uma evolução muito rápida, possibilitando ao professor e ao aluno um novo ambiente de aprendizagem informatizado, que alguns anos atrás não era possível. A colaboração on-line, comunicação sem fio, visualização e modelagem, melhores interfaces para com o usuário, interatividade na Web, rica com respeito à utilização de diferentes mídias, materiais didáticos multimídia cada vez melhores, melhor desempenho dos computadores pessoais, sistemas de software cada vez mais amigáveis e de fácil utilização, avanços nas técnicas de armazenamento, transmissão e acesso a grandes quantidades de dados, todos estes avanços tecnológicos estão possibilitando um alto padrão de ensino.

As tecnologias de multimídia e de realidade virtual possibilitam desenvolver materiais didáticos informatizados, onde é possível tornar os objetos mais visíveis (apresentados utilizando linguagem gráfica, imagens 3D, etc.) para o estudante, utilizando-se de recursos de vídeo, áudio, animação e texto.

O artigo discute as tecnologias de aprendizagem aplicadas tanto no ensino in loco e como à distância. O artigo baseia-se, essencialmente, nos resultados da pesquisa que está sendo desenvolvida por um dos autores, na “University of California – Berkeley”, financiada pela FAPESP. Os projetos de pesquisa propostos/em desenvolvimento pelos autores no Campus de Guaratinguetá da UNESP também são apresentados.

Palavras-chaves: Tecnologias de aprendizagem, Ensino de engenharia, Processo de aprendizagem.

1. INTRODUÇÃO

O relatório: “Reinventing Undergraduate Education: A Blueprint for America’s Research Universities” (The Boyer Commission, 1999) apresenta um diagnóstico do ensino de graduação das universidades americanas e faz uma série de recomendações. Uma destas aborda o uso criativo no ensino da tecnologia da informação. De acordo com este relatório, é incumbência dos professores e pesquisadores das universidades refletir cuidadosa e sistematicamente, não somente sobre como fazer uso de forma efetiva das tecnologias existentes, mas também sobre como criar novas tecnologias para aplicá-las em suas próprias

aulas e nas de seus colegas. Os melhores professores e pesquisadores devem se preocupar em como conceber um curso no qual a tecnologia possa enriquecer o processo de aprendizagem do aluno, ao invés de fazer uma mera substituição de recursos didáticos.

A tecnologia está e continuará tendo um profundo impacto nas faculdades e universidades na América do Norte e em todo o mundo. O ensino à distância, que era pobre e não tinha uma boa aceitação pela comunidade acadêmica, está se tornando uma das formas mais visíveis de ensino para a educação superior. Estudos mostram, entretanto que a comunidade de educação superior tem muito a aprender, sobre como e de que formas a tecnologia poderá melhorar o processo de ensino-aprendizagem, particularmente o ensino à distância (Merisotis et al, 1999), pois a aprendizagem, nestes ambientes de novas tecnologias, requer modelos pedagógicos adequados a este novo contexto, os quais ainda não estão bem definidos.

Estas novas tecnologias estão tendo uma evolução muito rápida, possibilitando ao professor e ao aluno um novo ambiente de aprendizagem informatizado, o que há alguns anos atrás não era possível. A utilização dos diversos avanços tecnológicos, a saber, colaboração em tempo real, comunicação sem fio, visualização e modelagem, melhores interfaces com o usuário, interatividade na WEB (rica com respeito à utilização de diferentes mídias), materiais didáticos multimídia cada vez melhores, melhor desempenho dos computadores pessoais, sistemas de software cada vez mais amigáveis e de fácil utilização, avanços nas técnicas de armazenamento, transmissão e acesso a grandes quantidades de dados, está possibilitando a obtenção de um alto padrão de ensino.

De acordo com as conclusões dos organizadores da “IEEE Virtual Reality 2000 Conference” (IEEE-VR, 2000), realizada em março de 2000 em New Jersey e que contou com mais de 450 participantes de 25 países, o uso da tecnologia de realidade virtual é raro em cursos das Universidades e também nos cursos de nível inferior. Entretanto, acreditam que a realidade virtual/ambientes virtuais seguirá/seguirão a Internet como a próxima tecnologia a ser perseguida pelo sistema educacional. Também, Hoffman (1999) afirma que a próxima geração de materiais didáticos utilizará a combinação das tecnologias de realidade virtual e multimídia. Já no seminário de pós-graduação do Departamento de Educação da Universidade da Califórnia - Berkeley, sobre Visualização e Modelagem na Educação [<http://cilt.berkeley.edu/seminar/2000/index.htm>] foi ressaltada a necessidade de mais estudos cognitivos sobre a questão da representação visual para a aprendizagem.

Portanto, estas tecnologias de aprendizagem podem ser aplicadas tanto no ensino in loco como no ensino à distância. Para aulas in loco poderão ser utilizadas tecnologias não somente durante as aulas, mas também para apoio às aulas. Por exemplo, a grande rede de computadores, a Internet, é muito útil tanto para o ensino à distância como também para apoio as classes de aula in loco. É possível disponibilizar na WEB, para os estudantes, informações sobre um curso, tais como, material didático informatizado, atividades, software de simulação, links para outros sites relacionados com o curso, e biblioteca digital. Também é possível formar uma comunidade de aprendizagem cooperativa, utilizando as ferramentas de comunicação da Internet. Já a tecnologia de multimídia possibilita desenvolver materiais didáticos informatizados, onde é possível tornar os objetos mais visíveis (apresentados utilizando linguagem gráfica, imagens, etc.) para o estudante, utilizando-se de recursos de vídeo, áudio, animação e texto.

2. CONTEXTO DAS TEORIAS DE APRENDIZAGEM

O desenvolvimento e a pesquisa de teorias de aprendizagem foram sempre conduzidos pelas necessidades da sociedade, condicionadas pelas mudanças das estruturas políticas, econômicas e suas relações observadas na história. Teorias de aprendizagem consideradas

avançadas, mas aparentemente ultrapassadas, se analisadas na perspectiva atual apresentam paradigmas ainda utilizados em pesquisas experimentais. Frequentemente enfocam cálculos básicos (aritmética), leitura de problemas e estímulo-resposta ligados a aspectos trabalhados. Das teorias básicas de aprendizagem relevantes contemporâneas podem ser mencionadas, entre outras: os condicionamentos de Pavlov, o condicionamento instrumental de Thorndike e a teoria de Gestalt (Driscoll, 1994; Gredler, 1997).

O Behaviorismo (Driscoll, 1994; Gredler, 1997), que foi impulsionado por Skinner na década de 30, apresenta suas idéias iniciais embasadas em estudos experimentais do comportamento reflexo de Pavlov. Esta corrente de estudo da aprendizagem humana concebe que “somente acontecimentos objetivos e publicamente observáveis é que podem constituir a verdadeira base de toda a Psicologia Científica, não estando envolvido nestes acontecimentos objetivos e publicamente observáveis, a consciência privada ou as construções mentais” (Leite, 1998).

Com a segunda Guerra Mundial, a partir dos anos 40, principalmente diante da ameaça dos soviéticos, ocorreu uma alteração na necessidade social para aprender voltando-se neste período à valorização do papel da tecnologia dos sistemas de defesa, da guerra e do desenvolvimento de armamentos. Era necessário produzir em escala: portanto foi necessário desenvolver habilidades para operar e reparar equipamentos complexos de linhas de produção. Os esforços de ensinar e treinar indivíduos delineavam o papel de habilidades e de condições de aprendizagem realizadas por Robert Gagne (Driscoll, 1994; Gredler, 1997).

Nos Estados Unidos, a reforma do currículo nos anos 60 foi provocada pelo interesse de formar cientistas e aumentar a quantidade de profissionais oriundos da Universidade. As pesquisas em comunicação e o surgimento de computadores levantaram novas questões em aprendizagem. A habilidade de processamento de informações nos computadores e a sua comparação com processamento mental nos seres humanos conduziram a uma explosão das atividades de pesquisa em Ciências Cognitivas. As teorias cognitivas desenvolvidas focalizaram as operações cognitivas internas em processamento de informações e solução de problemas, o que foi um significativo deslocamento de paradigma.

A teoria de Piaget e a pesquisa nos anos 60 trouxeram uma nova dimensão para o processamento cognitivo, descrevendo a complexidade do desenvolvimento da lógica natural e as transformações qualitativas nos pensamentos de todas as pessoas da criança ao cientista. Esta revolução cognitiva marcou uma mudança significativa na direção da psicologia educacional, desde eventos observáveis de estímulos e respostas das estruturas mentais até os processos da mente.

As décadas seguintes aos anos 60 viram o domínio e o impacto da mídia eletrônica da sociedade como um todo. As crenças, valores e idéias levadas pela mídia televisiva tiveram um efeito profundo no comportamento do indivíduo social. A teoria cognitiva social de Bandura (Gredler, 1997) direcionou-se para esta nova realidade social e modelou a aprendizagem, de um comportamento particular, como um processo indireto influenciando por recompensa e punições conciliados entre as partes. Assim a psicologia cognitiva desempenhou um papel principal ao enfatizar as questões de aprendizagem.

A disponibilidade de computadores no ambiente de trabalho, lares, e a necessidade de profissionais motivados, autônomos e altamente habilitados, foi o fator decisivo para as pesquisas subseqüentes. O desenvolvimento da teoria no final do século XX deu ênfase à motivação. A teoria de atribuição de Bernard Weiner e a teoria social cognitiva de Bandura (Gredler, 1997) enfatizam a motivação como componente integral da aprendizagem.

A estrutura social multi-étnica, mesclada culturalmente em muitos países, e o conceito de um local de se viver global e unificado introduzem controles sobre muitos indivíduos de culturas diversificadas, tornando-os parte de uma massa coletiva. Isto levanta novas questões para a educação e o ambiente de trabalho. A teoria sócio-histórica de Vygotsky descreve o

papel da cultura para determinar a substância e a forma de aprendizagem do indivíduo (Vygotsky, 1978). Esta teoria esclarece os processos cognitivos em diferentes cenários culturais. A implicação muito significativa desta teoria é a possibilidade de uma comunidade unificada de universitários de diferentes cenários culturais.

Nos anos 90, o impacto da tecnologia na vida diária e o predomínio da Internet e de computadores como ferramentas poderosas para troca de informações e comunicação mudaram radicalmente as teorias de aprendizagem. A tecnologia trouxe novos contextos, motivações e objetivos para a pesquisa em aprendizagem. Mostrou-se que a inclusão de “computadores como parceiros da aprendizagem” (Linn, 1999) aumentam a eficácia pedagógica. Esta inclusão ocorre em estruturas computacionais que apelam para uma gama de estilos de aprendizagem, sustentam aprendizes individuais, tornam a aprendizagem visível através de fóruns de discussão estruturados, e desenvolvem o pensamento científico através de exercícios baseados em questionamentos (White et al, 1999).

“Há um reconhecimento crescente do potencial da tecnologia de informação para ajudar a melhorar a qualidade do ensino e aprendizagem, melhorar a motivação e a atenção dos estudantes, e melhorar a preparação dos estudantes para a profissão” (Gilbert, 1998).

3. ENSINO DE ENGENHARIA PARA O SÉCULO XXI

A proposta do Projeto de Pesquisa ora em desenvolvimento foi contribuir para uma possível solução para o Problema de Pesquisa: *Qual é a forma mais adequada para prover o ensino de engenharia para o século XXI?* A busca, nesta pesquisa, da forma adequada para dotar o ensino de engenharia para o século XXI, está sendo através do Estudo de Caso da “Synthesis Coalition”.

A “Synthesis Coalition” é uma das oito Coalizões pertencentes ao Programa de Pesquisa “Engineering Education Coalition” da “NSF – National Science Foundation”, que têm como propósito, pesquisar a reformulação do ensino de engenharia, através do desenvolvimento de novos currículos e modelos pedagógicos. A administração desta Coalizão é coordenada pela Universidade da Califórnia - Berkeley, cuja Diretora é a Prof^a. Dra. Alice Agogino.

Neste item são apresentados e discutidos os resultados parciais obtidos até o momento, e as contribuições para uma provável solução do Problema de Pesquisa proposto no projeto. Primeiramente, são apresentadas as questões norteadoras propostas para esta pesquisa e, em seguida, uma discussão relacionando cada questão norteadora com os resultados obtidos até o momento, oriundos das atividades desenvolvidas por um dos autores deste artigo. A seguir estão apresentadas as questões norteadoras da pesquisa em questão:

- Quais são os parâmetros mais significativos numa reforma curricular, que atendam aos requisitos do novo mundo globalizado e de novas tecnologias?
- Quais as teorias de aprendizagem que subsidiam o ensino da engenharia neste novo contexto de novas tecnologias?
- Quais as formas de se ensinar ao estudante a habilidade de trabalhar em equipe?
- Como trabalhar com a questão dos conteúdos multidisciplinares?
- Como criar no estudante a habilidade de solucionar problemas reais de engenharia?
- Quais são os modelos pedagógicos que poderão subsidiar o processo de ensino-aprendizagem em engenharia?

Estas questões norteadoras são discutidas a seguir.

- *Quais são os parâmetros mais significativos numa reforma curricular, que atendam aos requisitos do novo mundo globalizado e de novas tecnologias?*

A reforma curricular da Synthesis foi baseada nos seguintes parâmetros: conteúdo interdisciplinar; engenharia simultânea e prática industrial; laboratório/experiência real; comunicação e contexto social; sistemas avançados para prover ensino e ambientes de aprendizagem (Agogino e Wood, 1994). Nos primeiros anos, a coalizão concentrou seus esforços em duas opções: (i) no currículo da Mecatrônica, que procurou integrar a eletrônica, a mecânica, o software e o projeto de interface com o usuário; e (ii) na integração do computador na Engenharia Civil e Ambiental.

- *Quais as teorias de aprendizagem que subsidiam o ensino da engenharia neste novo contexto de novas tecnologias?*

O ensino de engenharia compreende várias disciplinas, tais como, elétrica/eletrônica, mecânica, civil, computação, aeronáutica, química, produção, nuclear, mas a natureza fundamental da engenharia é similar entre todos os domínios. Portanto certos processos cognitivos tais como resolução de problemas e raciocínio são importantes para a engenharia, pois a maioria dos métodos de engenharia envolve a matemática alguma forma.

A teoria de desenvolvimento social de Vygotsky é muito importante para o ensino de engenharia, pois a maioria dos projetos de engenharia, atualmente, são desenvolvidos por equipes, onde a interação entre os membros é de suma importância.

A teoria aprendizagem experimental de Kolb (1984) é adequada para o ensino de engenharia, pois visa a preparação para a aprendizagem contínua e, ao mesmo tempo, torna possível explorar diferentes estilos de aprendizagem. A aprendizagem contínua é necessária nos dias de hoje, principalmente para os engenheiros, em função das transformações rápidas da sociedade, em particular da evolução tecnológica em curso.

As teorias de aprendizagem que enfocam a mídia são importantes para o ensino de engenharia, principalmente com o advento das novas tecnologias de aprendizagem. Por exemplo, a teoria de Sistemas Simbólicos, desenvolvida por Salomon (1979), discute o efeito da mídia na aprendizagem.

No momento, não é tão simples definir as teorias de aprendizagem que poderiam subsidiar o ensino da engenharia neste novo contexto de novas tecnologias. Pois, ultimamente, vários estudos na área da psicologia cognitiva estão sendo realizados visando uma melhor compreensão e estruturação de teorias da aprendizagem. Com o advento das novas tecnologias de informação, se faz necessário entender as relações entre a psicologia e informática, especialmente nos processos cognitivos de aprendizagem que levem as pessoas a aprender de forma mais eficiente. (Pozo, 1998; Gardner, 1995).

- *Quais as formas de se ensinar ao estudante a habilidade de trabalhar em equipe?*

Objetiva-se estabelecer uma forma de desenvolver no estudante a habilidade de trabalhar em equipe e criar na um ambiente de aprendizagem, onde são enfocados a cooperação, colaboração e interação entre os diversos atores. Pesquisas realizadas recentemente atestam a superioridade destes modelos de aprendizagem e estão contribuindo para melhorar o entendimento da aprendizagem cooperativa/colaborativa e os seus efeitos para o aluno e para o professor (Millis e Cotell, 1998; Imel, 1996).

Um exemplo deste tipo de ambiente de aprendizagem é o curso de Projetos de Engenharia através de Estudo de Casos Multimídia, que é ministrado no Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade da Califórnia, Berkeley. Este curso é destinado aos alunos de primeiro e segundo anos de engenharia, sendo oferecida a estes a oportunidade de explorar o tópico de ensino com o professor, juntamente com colegas de classe.

O curso foi inicialmente criado com suporte da Synthesis Coalition, uma das coalizões da NSF Engineering Education Coalition, cujo objetivo principal é a reforma do currículo de engenharia, compreendendo os seguintes tópicos: multidisciplinaridade; resolução de problemas abertos; prática industrial; projeto experimental; comunicação; colaboração e trabalho em equipe (Hsi e Agogino, 1995).

Os estudantes trabalham em equipe, sob a supervisão do professor, na concepção e desenvolvimento de seus próprios estudos de caso multimídia, enfatizando a forma de como projetar e se comunicar através de recursos multimídia e tecnologia. Inicialmente os estudantes fazem uma revisão do assunto utilizando os estudos de caso multimídia existentes na área de projetos de engenharia de forma cooperativa, ou seja, realizam um trabalho em equipe para troca de idéias. E em seguida eles desenvolvem seu próprios estudos de caso multimídia, em equipe.

- *Como trabalhar com a questão dos conteúdos multidisciplinares?*

Na Universidade da Califórnia, Berkeley está sendo desenvolvido o projeto de pesquisa: GE Faculty Fellows Program, financiado pela General Electric Company, cujo objetivo principal é a integração da matemática, física e química com a engenharia, através da utilização de novas tecnologias. Para alcançar este objetivo, o programa trabalha com as seguintes metas:

- Desenvolver colaboração multidisciplinar buscando modificar os estilos de ensino e aprendizagem em matemática, física, química e engenharia;
- Transformar e melhorar os estilos pedagógicos nestas disciplinas;
- Integrar projetos através dos currículos e materiais didáticos informatizados de matemática, física, química e engenharia;
- Utilizar tecnologias de apresentação de informações para melhorar a aprendizagem dos estudantes;
- Conduzir estudos científicos para medir o impacto das modificações, com o foco nos resultados da aprendizagem do estudante nas disciplinas envolvidas.

- *Como criar no estudante a habilidade de solucionar problemas reais de engenharia?*

Uma das formas de se criar no estudante a habilidade de solucionar problemas reais de engenharia, é envolvê-lo, durante o curso de engenharia, em ambientes similares àqueles que ele irá encontrar na sua vida profissional. O modelo pedagógico de aprendizagem cooperativa/colaborativa oferece aos estudantes a oportunidade discutir, ler, escrever e refletir sobre o conteúdo do curso, através atividades de resolução de problemas, trabalho em equipe, simulações, e estudos de casos. Estas atividades poderão ser desenvolvidas em tópicos e problemas reais das empresas. Dois cursos da Universidade da Califórnia, Berkeley, que trabalham com este enfoque, são:

- O curso de Projetos de Engenharia através de Estudos de Caso Multimídia (ME39, 1999); e
- Gerenciamento do Processo de Desenvolvimento de Novos Produtos: Teoria e Metodologia de Projetos (ME290, 1998).

- *Quais são os modelos pedagógicos que poderão subsidiar o processo de ensino-aprendizagem em engenharia?*

Um exemplo de modelo pedagógico que poderá subsidiar o processo de ensino-aprendizagem em engenharia é o modelo adotado pela “Synthesis Coalition”.

Esta coalizão tem desenvolvido novos cursos e também adaptado cursos existentes, utilizando recursos multimídia, baseados em computadores e em novos ambientes de aprendizagem. Estes ambientes foram desenvolvidos incorporando tecnologias de informação para se ter o ensino e a aprendizagem através da Internet. Tem sido produzido material didático informatizado integrando as várias habilidades necessárias para a prática da engenharia, tais como, analítica, conceitual, experimental e intuitiva (Synthesis, 1995).

O modelo pedagógico da Synthesis Coalition é baseado no modelo experimental de Kolb (1984), que é uma estrutura para a organização das atividades do processo de aprendizagem através de quatro áreas: observação reflexiva, experiência ativa, experiência concreta e conceitualização abstrata. Este modelo experimental é adequado para o ensino de engenharia pois visa a preparação para a aprendizagem contínua e ao mesmo tempo possibilita explorar diferentes estilos de aprendizagem.

Além disto, o modelo de aprendizagem desta coalizão está fundamentado nas teorias construtivistas, no modelo de Vygotsky e no modelo SKI - “Scaffolded Knowledge Integration Framework”, que foi desenvolvido no Departamento de Educação da Universidade da Califórnia, Berkeley (Linn, 1995), e nas teorias de Aprendizagem Cooperativa/Colaborativa.

Estrutura SKI - Scaffolded Knowledge Integration. A estrutura SKI é o resultado de mais de 10 anos de pesquisa em integração do conhecimento em Ciências do Departamento de Educação da Universidade da Califórnia, Berkeley. Esta possui quatro componentes principais segundo Bell, Davis e Linn (1999):

- *Identificação de novos objetivos para a aprendizagem.* Este componente compreende a introdução de um conjunto de modelos que possibilita estimular no estudante a intuição e encorajá-lo a testar, revisar e reformular idéias científicas.
- *Construindo o pensamento visível.* Este componente da estrutura enfatiza a acessibilidade a modelos alternativos por parte do estudante.
- *Encorajamento para o aprendizado contínuo.* É necessário que o estudante tenha a responsabilidade de alcançar suas próprias conclusões para que possa ter um aprendizado contínuo.
- *Proporcionando suporte social.* Deverá ser proporcionado ao estudante um ambiente social interativo e produtivo.

Aprendizagem Cooperativa/Colaborativa. Apesar dos termos cooperativa e colaborativa serem sinônimos nos dicionários, eles assumem diferentes conotações quando se referem ao tipo de aprendizagem. Entretanto, muitas vezes, a distinção entre aprendizagem cooperativa e colaborativa não é muito clara. De acordo com Patrícia Cranton, (1996), na aprendizagem cooperativa, o educador define os exercícios, atividades, experiências, ou problemas que devem ser trabalhados pelo aprendiz. Eles são estruturados, incluindo objetivos, tempo, definição de formato para apresentação de produtos, e poderá haver um roteiro para a avaliação. O educador gerencia o tempo, os recursos, e verifica o andamento do trabalho durante a aula. Já na aprendizagem colaborativa, o educador estabelece um atmosfera ou clima na qual a colaboração será possível, devendo ser um ambiente democrático, onde as pessoas se respeitem e ouçam uns aos outros. O educador terá uma participação no mesmo nível dos outros elementos, mas ficará a cargo dele a responsabilidade de facilitador do processo.

A aprendizagem cooperativa poderá ser considerada mais estruturada do que a aprendizagem colaborativa, embora os dois tipos de aprendizagem compartilhem da mesma estrutura filosófica. Ambas têm enfoque no estudante, possuindo a idéia de comunidade, onde a aprendizagem é essencialmente social. Esta característica social ajuda o estudante a ter um envolvimento cognitivo com conteúdo através de interações sistemáticas na classe de aula, e possibilita o desenvolvimento de uma sinergia intelectual (Millis e Cottell, 1998).

4. COMENTÁRIOS E OBSERVAÇÕES RELEVANTES

A busca de uma maior produtividade na indústria, utilizando-se de tecnologias avançadas, favoreceu nesta uma intensa competição, transformando o local de trabalho em um ambiente dinâmico que exige uma eficiência máxima do profissional moderno. Esta dinâmica do local de trabalho e a própria natureza dos profissionais de engenharia impõem exigências críticas no sistema educacional.

A necessidade de profissionais para desenvolver e aprender habilidades novas está requerendo um processo de educação continuada, fazendo com que o número de estudantes venha se expandindo com a inclusão destes alunos de educação continuada. A idade deste grupo, a base educacional e cultural e a motivação variam dentro de uma escala extensa (Millis e Corttell, 1998). Estas mudanças nos perfis dos aprendizes são refletidas nos estilos da aprendizagem e nas necessidades destes aprendizes. Os sistemas educacionais devem responder então às necessidades desta diversidade expandida de aprendizes.

No Estado da Califórnia, onde está localizada a UCB - Universidade da Califórnia, Berkeley, está previsto um crescimento de alunos matriculados no ensino superior de 35 % até o ano 2010, passando dos 2 milhões atuais para 2,7 milhões de alunos (Schevitz, 1999). Um exemplo é dado pela própria UCB que será muito pressionada por este crescimento, devendo oferecer vagas para quatro mil estudantes adicionais nos próximos dez anos. Devido às limitações físicas da cidade de Berkeley, por exemplo o problema de trânsito e com a disponibilidade de residências, a UCB deverá realizar esta expansão sem aumentar o número dos estudantes que assistem fisicamente às aulas nas salas de aulas no campus. Estes desafios pressionam então os dirigentes educacionais com o ônus de conceber modelos pedagógicos inovativos e metodologias que atendam o aumento da demanda, respeitando as condições e obstáculos locais.

Da mesma forma, existem pressões para o aumento do número vagas no ensino superior brasileiro. Segundo o vice-presidente, à época, da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação, Prof. Roberto C. F. Bezerra (1998), as instituições brasileiras de ensino superior contam com aproximadamente 2,1 milhões de alunos matriculados. No ano de 2008, considerando que 30% da população da faixa etária dos 18 aos 24 anos estará cursando uma faculdade, existirão cerca de 5 milhões de alunos, ou seja, este crescimento importante significará um grande desafio para as instituições de ensino. Um aumento linear nos recursos das instituições educacionais é uma solução óbvia, embora pouco viável. Portanto, como podemos resolver esta questão?

Uma possibilidade seria o uso das novas tecnologias de informação no ensino, pois estas têm causado um impacto profundo na sociedade, transformando o ambiente profissional e demandando novas formas educacionais. Portanto, novas posturas são exigidas das instituições de ensino: as novas tecnologias poderão fornecer ferramentas para atender às demandas da indústria, e ao mesmo tempo aprimorar a qualidade dos ambientes educacionais.

As novas tecnologias, por si só, não representam uma solução para o problema educacional. É necessário considerar o processo de ensino-aprendizagem como um todo, ou seja, desde a fase de concepção, planejamento e desenvolvimento dos materiais didáticos, sua aplicação e, posteriormente, avaliação. É necessário também estar atento à melhoria contínua

de todo o processo, pois a aprendizagem dentro de um mundo globalizado, e com novas tecnologias sendo disponibilizadas numa velocidade muito alta, tem uma natureza dinâmica, ou seja, é necessário se adaptar rapidamente às novas exigências dos aprendizes. Nossa experiência mostra que a simples introdução de novas tecnologias, dentro do paradigma tradicional, sem um planejamento adequado, pode ser prejudicial ao estudante, podendo acarretar, por exemplo, uma sobrecarga cognitiva, comprometendo assim a aprendizagem deste. Nestas condições, em vez de melhorias, observaríamos uma baixa motivação por parte dos alunos, e, conseqüentemente, um baixo rendimento na aprendizagem.

É dentro deste contexto, que os autores deste artigo vêm realizando suas pesquisas. Alguns exemplos podem ser citados: (i) a pesquisa ora em desenvolvimento na UCB, que enfoca a questão das tecnologias de aprendizagem para o ensino de engenharia in loco e à distância; (ii) o projeto em desenvolvimento no LET/UNESP- Laboratório de Ensino Tecnológico (UNESP – Guaratinguetá: www.feg.unesp.br), que enfoca o uso de recursos multimídia para a melhoria da qualidade do ensino profissionalizante; (iii) a proposta de projeto de pesquisa conjunta entre a UNESP, Campus de Guaratinguetá e a Universidade da Califórnia, Berkeley, que foi submetida ao CNPq / NSF-National Science Foundation, e cujo título é “Ensino de Projeto Baseado em Recursos Computacionais Centralizados no Ser Humano”; e (iv) a proposta de projeto de pesquisa conjunta entre professores/pesquisadores da UNESP e da UFPB – Universidade Federal da Paraíba, submetida ao CNPq sobre a tecnologia de visualização aplicada ao ensino técnico e de engenharia. Estes exemplos de projetos e propostas comprovam o compromisso dos autores com investigações voltadas para novas formas de prover o ensino e, conseqüentemente, a aprendizagem, em especial no que se refere ao ensino técnico e de engenharia, dentro de um contexto globalizado e de novas tecnologias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agogino, A M.E Wood, W.H.. The Synthesis Coalition: Information Technologies, Enabling a Paradigm Shift in Engineering Education. Proceedings of the Conference on Computers and Hypermedia in Engineering Education, Vaasa, 1994.
- Akamatsu, J.I.; Agogino, A.; Sena, G.J.; McMartin, F.. Pesquisa Colaborativa em Ensino de Engenharia: Estudo de Caso da Synthesis Coalition. COBENGE 99 – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, Natal, RN, Setembro de 1999.
- Akamatsu, J.I.; et al . A Cooperative Project for Electrical Engineering Education at UNESP – São Paulo State University. International Conference on Engineering Education – ICEE 98, Rio de Janeiro, agosto de 1998.
- Ausubel, D. P., Novak, J.D., and Hanesian, H. Educational psychology: A cognitive view. New York, Holt Rinehart and Winston, 1978.
- Bell, P.; Davis, E. ; Linn, C.M.. The Knowledge Integration Environment: Theory and Design. [Http://vygotsky.berkeley.edu/KIE/info/publications](http://vygotsky.berkeley.edu/KIE/info/publications), 1999.
- Bezerra, R.C.F. Os desafios atuais das instituições de ensino superior. Apresentado no 1^o TEC-ES – Seminário Nacional em Tecnologia para o Desenvolvimento do Ensino Superior, São Paulo.– <http://www.tec-es.com.br/ppt2.htm> Nov/1998.
- Cranton, P.. Types of Group Learning. In IMEL, S.. Learning in Groups: Exploring Fundamental Principles, New Uses, and Emerging Opportunities. Jossey-Bass Publishers, 1996.
- Driscoll, M.P. Psychology of Learning for Instruction. Allyn & Bacon, 1994.
- Gagne, R.M. and Driscoll, M.P. Essentials of Learning for Instruction. Prentice-Hall, 1988.
- Gardner, H.. A Nova Ciência da Mente. Editora da USP, 1995.

- Gilbert, S. (1996, Mar./Apr.) "Double Visions - Paradigms in Balance or Collision?" *Change: The Magazine of Higher Learning*, 28(2), 8-9. Quoted in Millis, B. J. *Cooperative Learning for Higher Education Faculty*. ORYX Press, 1998.
- Gredler, M.E. *Learning and Instruction, Theory Into Practice*. Prentice-Hall, Inc, 1997.
- Hoffman, H. and Murray, M.. *Anatomic VisualiserR: Realizing the Vision of a VR-based Learning Environment*. Universidade da Califórnia, San Diego, 1999.
- Hsi, S. ; Agogino, A.M.. *Scaffolding Knowledge Integration Through Designing Multimedia Case Studies of Engineering Design*. FIE Conference, 1995.
- IEEE-VR 2000. *Virtual Reality 2000 Conference Event Report*. New Brunswick, New Jersey, March 18 – 22, 2000.
- Imel, S.. *Learning in Groups: Exploring Fundamental Principles, New Uses, and Emerging Opportunities*. Jossey-Bass Publishers, 1996.
- Kolb, D.A.. *Experimental Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey, Prentice-Hall, 1984.
- Leite, A.S. "A construção do pensamento lógico". Mini curso para o Workshop em Informática educativa. Universidade Federal do Espírito Santo, EFSC, 1998
- LET. Laboratório de Ensino Tecnológico. <http://www.feg.unesp.br/let/index.htm>, 1999.
- Linn, M.C.. *Designing Computer Environments for Engineering and Computer Science: The Scaffolded Knowledge Integration Framework*. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 4, No. 2, 1995.
- Linn, M. C. & His, S. *Computers, Teachers, and Peers: Science Learning Partners*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1999.
- ME 290. *Expert Systems in Mechanical Engineering*. <http://best.me.berkeley.edu>, 1999.
- ME39C. *Multimedia Case Studies of Engineering Design*. <http://maclab.me.berkeley.edu/ME39>, 1999.
- Millis, B.J.; Corttell, P.G..*Cooperative Learning for Higher Education Faculty*. Oryx Press, 1998.
- Merisotis, J E Phipps, R.. *What's the Difference? A Review of Contemporary Research on the Effectiveness of Distance Learning in Higher Education*. The Institute for Higher Education Policy, April 1999.
- Pozo, J.I. *Teorias Cognitivas da Aprendizagem*. Artes Médicas, 1998.
- Salomon, G.. *Higher Education Facing the Challenges of the Information Age*. <http://construct.haifa.ac.il/~gsalomon/highedu.htm> 1999.
- Salomon, G.. *Interaction of Media, Cognition, and Learning*. Jossey-Bass, 1979.
- Schevitz, T. *Panel Predicts Surge in College Enrollment*. *San Francisco Chronicle*, 20 September, 1999.
- Sena, G.J.; Akamatsu, J.I.; Bittencourt, R.M; et al. *Improving the Teaching Effectiveness: Getting the Teachers Prepared for a New Paradigm on Technological Education*. ICEE'99 – International Conference on Engineering Education, Ostrava, agosto de 1999.
- Synthesis. *Final Report on Development and Evaluation of the Synthesis Coalition's Assessment Tools and Process, 1996 - 1998*. Synthesis Coalition Document, Berkeley, 1998.
- The Boyer Commission. *Reinventing Undergraduate Education: A Blueprint for America's Research Universities.*, The Carnegie Foundation for Advancement of Teaching [Http://notes.cc.sunysb.edu/pres/boyer.nsf](http://notes.cc.sunysb.edu/pres/boyer.nsf) , 1999.
- Vygotsky, L.S. *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press, 1978.
- White, B., Shimoda, T. & Frederiksen , J. "Enabling Students to Construct Theories of Collaborative Inquiry and Reflective Learning: Computer Support for Metacognitive Development". *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 10(2), 1999.