

PESQUISA COLABORATIVA EM ENSINO DE ENGENHARIA: ESTUDO DE CASO DA “SYNTHESIS COALITION”

Akamatsu, Janio Itiro e Sena, Galeno José

UNESP Universidade Estadual Paulista, Campus de Guaratinguetá
Av. Ariberto Pereira da Cunha, 333 - 12500-000 – Guaratinguetá - SP - Brasil
e-mail: akamatsu@feg.unesp.br e gsena@feg.unesp.br

Agogino, Alice e McMartin, Flora

UCB University of California, Berkeley, Mechanical Engineering Department
5136 Etcheverry Hall – Berkeley, CA 94720 – USA
e-mail: agogino@needs.org e mcmartin@needs.org

RESUMO

A proposta deste trabalho é apresentar um estudo sobre a “Synthesis Coalition” que esta sendo realizado por um dos autores deste artigo, na University of California, Berkeley financiado pela FAPESP – Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo.

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 “National Science Foundation – NSF”, fundação de amparo à pesquisa dos Estados Unidos, desde 1990, está alocando grandes esforços através de financiamento de projetos de pesquisa em ensino de engenharia, dentro do programa “Engineering Education Coalition”. Estão sendo financiadas oito coalizões, sendo que cada uma delas está composta de aproximadamente oito universidades/faculdades, pesquisando em parceria.

O objetivo do programa é estimular o desenvolvimento de novos modelos de ensino para a reforma do ensino de engenharia. Para este propósito, as Coalizões estão pesquisando e testando ferramentas alternativas de ensino e novas grades curriculares. Através das colaborações entre as Coalizões, está sendo desenvolvido um intercâmbio intelectual e trabalhos de parcerias entre as instituições de ensino de engenharia.

1. INTRODUÇÃO

A academia vem demonstrando interesse cada vez maior no tema de pesquisa em ensino superior, em especial o ensino de engenharia, conforme apresentado e discutido abaixo. Várias universidades americanas têm colocado grandes esforços na pesquisa de novas formas de prover o ensino, dentro do novo contexto globalizado e de novas tecnologias, para o século XXI. Já, no Brasil, algumas Universidades estão discutindo o tema e iniciando pesquisas em alguns dos tópicos dentro da área do ensino de engenharia.

O ensino de engenharia, no contexto atual globalizado e de novas tecnologias, traz um amplo espectro de novos parâmetros para a vida acadêmica. Surgem conflitos de diferentes naturezas, que são potencializados, muitas vezes, pela ausência de novos modelos de currículos e metodologias de ensino-aprendizagem adequados aos propósitos e à situação do mundo atual. Quando essas questões não vão ao encontro das reais condições e necessidades da sociedade, isto poderá dificultar o desenvolvimento tecnológico e social de um país, pois o engenheiro desempenha um papel importante na sociedade de hoje, que está em constantes transformações.

Assim, pesquisas em ensino de engenharia não são somente uma necessidade, mas também uma área emergente de pesquisa, como já está acontecendo nos EUA, que através de financiamento de projetos de pesquisa nesta área, por parte da NSF – “National Science Foundation”, está fomentando a melhoria de qualidade na formação do engenheiro, considerando as condições do mundo atual.

A NASA – “National Aeronautics and Space Administration”, reconhecida por seus programas espaciais e na aeronáutica, considera essencial para as suas missões, o trabalho em equipe. Sua experiência em pesquisas realizadas através do trabalho em equipe, e também na implementação de projetos de pesquisas, constitui uma referência na área (Foyle e Shafto, 1995).

Outro exemplo é a “International Conference on Engineering Education – ICEE-98”, um evento de âmbito internacional, realizado no Rio de Janeiro, que contou com a participação de mais de 200 representantes de vários países, para discutir e avaliar a questão do Ensino de Engenharia. Esta conferência enfocou o tema “Parcerias Internacionais para a questão da Educação do Novo Engenheiro”.

Recentemente o CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, fez uma chamada para o Edital 01/98 para Projetos de pesquisa em Informática na Educação. Somente consórcios de universidades poderiam atender a este edital; existia a recomendação de que as equipes deveriam ser interdisciplinares, envolvendo profissionais de computação, pedagogia, psicologia e domínio específico.

Existe, portanto, uma tendência atual, na forma de se organizar/realizar pesquisas científicas e tecnológicas, onde o trabalho em equipe é valorizado. Cada vez mais os projetos estão sendo executados por equipes multi-institucionais e/ou interdisciplinares.

2. PESQUISA COLABORATIVA EM ENSINO DE ENGENHARIA

Atualmente estão sendo realizadas, em instituições de ensino de várias partes do mundo, pesquisas sobre a exploração de novas formas de prover ensino e aprendizado flexíveis e eficientes, tendo a tecnologia cada vez mais, como a peça central desta discussão. Nesta década, iniciaram-se vários projetos no tema - Pesquisa em Ensino Superior. Abaixo são apresentados e discutidos alguns projetos de pesquisa em ensino de engenharia, em que foram enfocados ambientes cooperativos.

“Engineering Education Coalition”

A “National Science Foundation – NSF”, fundação de amparo à pesquisa dos Estados Unidos, desde 1990, está alocando grandes esforços através de financiamento de projetos de pesquisa em ensino de engenharia, dentro do programa denominado “Engineering Education Coalition” (NSF, 1999). Os três principais objetivos das “Engineering Education Coalitions” são (Ingraffea, Agogino e Sheppard, 1994):

- Melhorar significativamente a qualidade do ensino de engenharia nos EUA, como também aumentar o número de engenheiros formados, especialmente do sexo feminino e das minorias sem representação (os negros americanos, os Hispânicos, e os índios americanos);
- Conceber, implementar, avaliar e difundir novas estruturas e acessos afetando todos os aspectos do ensino de engenharia nos EUA, incluindo o conteúdo dos currículos e novos sistemas para prover o ensino;
- Criar intercâmbio intelectual e obter recursos significativos para integração das instituições de ensino de engenharia dos EUA.

A NSF está financiando oito coalizões, sendo que cada uma delas é composta de aproximadamente oito universidades/faculdades, pesquisando em parceria. Abaixo são apresentadas essas coalizões com as respectivas instituições participantes:

- The Synthesis Coalition: California Polytechnic State University, Cornell University, Hampton University, Iowa State University, Southern University, Stanford University, Tuskegee University, University of California-Berkeley.
- The Engineering Coalition For Schools Of Excellence In Education And Leadership – ECSEL: The City College of New York, Howard University, Massachusetts Institute of Technology, Morgan State University, The Pennsylvania State University, University of Maryland, University of Washington.
- The Southeastern University And College Coalition For Engineering Education – SUCCEED: North Carolina State University, Clemson University, Florida A&M University, Florida State University, Georgia Institute of Technology, North Carolina A&M State University, University of Florida, University of North Carolina at Charlotte, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- The Gateway Coalition: Case-Western Reserve University, Columbia University, The Cooper Union, Drexel University, Florida International University, New Jersey Institute of Technology, The Ohio State University, University of Pennsylvania, Polytechnic University, University of South Carolina.
- The Foundation Coalition: Arizona State University, Maricopa Community College District, Rose-Hulman Institute of Technology, Texas A&M University – College Station and Kingsville, Texas Woman’University, University of Alabama.
- Greenfield: The Coalition For New Manufacturing Education: Central State University, Focus: Hope, Lawrence Technology University, Lehigh University, University of Detroit, University of Michigan, Wayne State University.
- The Engineering Academy Of Southern New England: University of Connecticut, University of Massachusetts at Lowell, University of Rhode Island, Hartford Graduate Center.
- Southern California Coalition For Education In Manufacturing Engineering: California State Universities at Fullerton, Los Angeles and Long Beach, University of Southern California, University of California at Los Angeles, e University of California at Irvine.

Laboratório de Ensino Tecnológico

Uma equipe multidisciplinar de pesquisadores de vários departamentos da UNESP, esta trabalhando em parceria nesta área, desenvolvendo pesquisas, visando a consolidação do Laboratório de Pesquisa de Ensino Tecnológico – LET do campus de Guaratinguetá. Esta iniciativa obteve alguns financiamentos da FAPESP através dos seguintes projetos: Melhoria de Qualidade do Ensino Técnico – Processo Nº 97/10855-9 (Sena, Akamatsu, Bittencourt, 1999); Melhoria da Infra-Estrutura do LET – Processo Nº 98/09578-3; Ensino de Engenharia para o Século XXI: Estudo de caso da “Synthesis Coalition”, Bolsa de Pesquisa no Exterior – Processo Nº 98/05352-0.

Participam dos projetos do LET, pesquisadores dos seguintes departamentos da UNESP: Campus de Guaratinguetá: Engenharia Elétrica, Mecânica, Matemática, Engenharia Civil e Física; Campus de São Paulo: Comunicação; e do Campus de Araraquara: Educação. O LET tem com Missão: pesquisar novas formas de prover o ensino tecnológico, técnico industrial e de engenharia, dentro de novo contexto globalizado e de novas tecnologias.

O LET apresenta uma proposta de pesquisa sobre o ensino de engenharia e de técnico industrial, que pretende contribuir para o avanço do conhecimento científico básico, através de novas tecnologias aplicadas à área da inovação educacional, proposta esta baseada nas atuais tendências do cenário de mudanças nacional e mundial, tendo em vista a necessidade de se implantar mecanismos ágeis e efetivos para adequar este ensino às exigências do mundo globalizado e às novas tecnologias de hoje, e em especial do próximo milênio (LET, 1999).

Diante do papel da Universidade em buscar soluções inovadoras que permitam, como instituição, gerar conhecimentos de qualidade, com capacidade suficiente para transferi-los de forma eficaz à sociedade, o LET objetiva a melhoria da qualidade do ensino de engenharia e técnico industrial, através de novas metodologias e ferramentas pedagógicas.

Desenvolvimento de Ferramentas Multimídia Aplicadas ao Ensino e Difusão da Engenharia

Na UNESP foi realizado um projeto de pesquisa, financiado pela IBM, na área de Multimídia Aplicada ao Ensino de Engenharia, que contou com a participação dos Departamentos de Engenharia Elétrica dos campi de Guaratinguetá, Bauru e Ilha Solteira da UNESP (Akamatsu, 1998). O Projeto, realizado no período de março/1997 – março/1999, foi desenvolvido no âmbito do Programa de Informática na Educação IBM/UNESP, gerenciado pela Pró-Reitoria de Graduação da UNESP.

O objetivo geral do projeto foi desenvolver uma pesquisa sobre a utilização da Informática no ensino de engenharia. Pretendeu-se avançar na capacitação do pessoal docente, no desenvolvimento de novas formas de ensino “in loco” e a distância, baseados em sistemas de informação computadorizados, com recursos multimídia e que permitissem a integração e interação dos diversos cursos de engenharia elétrica da UNESP. Neste contexto, foram abordados os seguintes temas: Aperfeiçoamento do ensino, através da criação de módulos didáticos multimídia na área de Engenharia Elétrica; Utilização dos recursos da World Wide Web (WWW) aplicada ao ensino de Engenharia; e a implementação de conteúdo informativo de disciplinas na forma de cursos em HTML.

3. SYNTHESIS COALITION

Apresentação

A NSF está financiando oito coalizões, sendo que a “The Synthesis Coalition” está entre as duas primeiras coalizões que receberam financiamento desta, em 1990, no âmbito da “Engineering Education Coalition”, e continua ainda recebendo financiamento da NSF. Esta Coalizão é composta de várias universidades dos EUA de renome internacional, como se pode ver na lista a seguir: University of California-Berkeley, Stanford University, California Polytechnic State University, Cornell University, Hampton University, Iowa State University, Southern University, e Tuskegee University.

A missão da Synthesis Coalition é pesquisar e implementar uma reforma do ensino de engenharia através do desenvolvimento de novos modelos pedagógicos e curriculares, com ênfase nos conteúdos multidisciplinares, trabalho em equipe e desenvolvimento da comunicação do aluno, experiência prática e laboratorial, formulação e solução de problemas abertos, e exemplos de boas práticas das empresas. Estão sendo desenvolvidos materiais didáticos informatizados que integram as habilidades analítica, concepção, experimental e intuitiva, que são requeridas na prática da engenharia (Agogino, 1994 e Synthesis, 1995).

A meta da Synthesis Coalition é desenvolver estratégias curriculares e modelos alternativos de ensino, que criem a integração horizontal e vertical de conhecimento de engenharia dentro de um contexto de fatores sociais amplos. Esta Coalizão valoriza o processo de ensino-aprendizagem, baseado em material didático informatizado dizendo respeito às condições reais da engenharia, onde a teoria está relacionada com a prática da engenharia através da análise crítica em classe de estudo de casos, que são integrados nos currículos a produtos e processos atuais, problemas de concepção de projetos e de boas práticas da indústria.

Os estudantes, nesta Coalizão, trabalham em grupos, aplicando conhecimentos de várias disciplinas, e usando ferramentas analíticas, habilidades de projeto e intuição de

engenharia para um profundo entendimento do trabalho prático. Este processo interativo de aprendizagem permite aos estudantes integrar os diversos componentes de seu ensino, dentro de uma experiência de engenharia unificada. Esta forma de aprendizado prepara os estudantes para entender e gerenciar a complexidade social do mundo real, explorá-la e estar atento às oportunidades para mediar as necessidades de nossa sociedade.

Modelo Pedagógico da “Synthesis Coalition”

Esta coalizão tem desenvolvido novos cursos e também adaptado cursos existentes, utilizando recursos multimídia, baseado em computadores e 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 varias 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).

Currículos da Synthesis

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.

A reforma curricular da Synthesis foi baseada nas seguintes metas: 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).

A definição do termo mecatrônica, segundo David Auslander (1996), é a aplicação da tomada de decisão complexa para a operação de sistemas físicos. A mecatrônica esta presente na engenharia de produtos e de sistemas, portanto é de suma importância que os alunos tenham conhecimentos dos princípios e práticas e, também, das reais vantagens e limitações desta. A mecatrônica se mostrou ideal para os propósitos da Synthesis, pois para o desenvolvimento do currículo da mecatrônica foi necessário atingir as cinco metas da reforma curricular da Synthesis, citadas acima.

Os principais projetos da mecatrônica foram: metodologia de projetos e software; estudo de caso e dissecação de produtos (engenharia reversa); análises de dados; projetos de software para mecatrônica; amplificação de potência; processamento de sinal analógico e digital; projetos de grande escala.

Na área da Engenharia Civil e Ambiental foram desenvolvidos módulos didáticos informatizados e experiências curriculares, onde se procurou a integração do computador em tópicos de diversas áreas, tais como, estruturas, engenharia de transporte e trafico, e segurança de barragens.

NEEDS – National Engineering Education Delivery System

NEEDS nasceu dentro da visão da Synthesis Coalition de que deveria ser possível compartilhar e reutilizar os diversos materiais desenvolvidos nesta Coalizão. A natureza da distribuição geográfica da coalizão e o interesse no ensino multidisciplinar foram de extrema importância para o sucesso do NEEDS. A experiência dos dirigentes do NEEDS em lidar com uma grande variedade de instituições, tecnologias e conteúdos, proporcionou melhor entendimento deste como um recurso nacional, do público alvo, e do tipo de tecnologias de instrução que deveriam ser colocados à disposição.

O NEEDS tem uma arquitetura distribuída, desenvolvida pela Synthesis Coalition, que tem novos modelos pedagógicos baseados em ambientes de aprendizagem mediados pela Internet. O surgimento da World Wide Web, na metade da década de 90, como um meio viável para compartilhar e utilizar nacionalmente e internacionalmente materiais didáticos, mudou fundamentalmente a visão dos dirigentes do NEEDS a respeito da forma de prover ensino e aprendizagem. Ambientes de aprendizagem mediados pela Internet proporcionam mecanismos para o aprendiz ter acesso a materiais didáticos sem as restrições de tempo e de espaço. O catálogo de material didático informatizado e tecnologia de instrução foram desenvolvidos nacionalmente e internacionalmente para proporcionar um recurso onde o aprendiz pode pesquisar, acessar e fazer *download* de materiais para prover o seu aprendizado. Adicionalmente, NEEDS tem um sistema de avaliação de material didático informatizado, promovendo inclusive uma competição nacional: o Prêmio destinado aos melhores materiais didáticos informatizados para o ensino de engenharia (Muramatsu e Agogino, 1999).

Ferramentas e Processo de Avaliação da Synthesis Coalition

A proposta do Programa de Avaliação da Synthesis Coalition visa responder três questões de pesquisa:

- Quais foram os efeitos institucionais das reformas da Synthesis?
- Como os cursos individualmente e a didática do professor afetaram os resultados da aprendizagem do aluno?
- Como a exposição às reformas da Synthesis afetaram os resultados da aprendizagem do estudante?

Os seguintes objetivos nortearam o Programa: desenvolver e promover a avaliação de tal forma que atendesse às necessidades do professor individualmente e das faculdades; envolver a empresa, o professor, e o estudante em todos os aspectos do programa; e assistir a participação dos campi na avaliação institucional, com vistas ao exame nacional. Estes objetivos foram alcançados através de programas de treinamento sobre avaliação para professores, processo de planejamento colaborativo envolvendo professor, empresa e aluno, e desenvolvendo ferramentas flexíveis, válidas e confiáveis.

Durante 1997/1998 foram avaliados, em nível piloto, 19 cursos (Synthesis, 1998a). Nestas avaliações foram testadas as seguintes ferramentas: questionário para os cursos Synthesis; auto-avaliação da habilidade de trabalhar em equipe dos estudantes; tarefas baseadas em cenários e relatórios de concepção de projetos para medir resolução de problemas abertos e conhecimentos da profissão da engenharia.

Estes testes pilotos das ferramentas desenvolvidas para a avaliação longitudinal da Synthesis Coalition, proporcionaram valiosas contribuições e um conjunto de dados que poderão ser úteis para futuros estudos de avaliação no âmbito do curso, do campus ou da coalizão.

Os resultados destes testes indicaram que as ferramentas são adequadas para medir os resultados específicos da aprendizagem do estudante. Quanto aos questionários dos cursos e de auto-avaliação, estes foram mais testados do que os outros e poderão ser aplicados com certa confiabilidade em cursos individualmente no âmbito do Campus.

Já no caso de tarefas baseadas em cenários e relatório de concepção de projetos, com os testes pilotos aplicados na coalizão, não foi possível chegar a uma conclusão definitiva. Portanto, para estas ferramentas será necessária uma revisão futura e mais testes de validação.

4. CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

O ensino de engenharia compreende várias modalidades, tais como, elétrica/eletrônica, mecânica, civil, computação, aeronáutica, química, produção, nuclear, mas a natureza fundamental da engenharia é similar entre todos os domínios (Kemper, 1982). 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. 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) relaciona 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 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 e Gardner, 1995).

A integração da pesquisa e do ensino é a marca principal da mudança cultural proporcionada pela Synthesis Coalition. Professores e estudantes de pós-graduação agora consideram a educação uma legítima forma de pesquisa. Além disso, instituições onde o ensino de graduação é predominante, estão dando grande valor à pesquisa como uma ferramenta essencial para a melhoria do ensino e da aprendizagem do estudante (Synthesis, 1998b). As atividades desta coalizão possibilitaram a conclusão de 221 dissertações de mestrado e contribuiu de forma significativa para cinco teses de doutorado. Além disto, esta coalizão instituiu o Prêmio Anual para os melhores materiais didáticos informatizados na área do ensino de engenharia, contribuindo assim para a melhoria da qualidade destes materiais.

No momento está se iniciando um importante projeto “A Digital Library for Science, Mathematics, Engineering, and Technology Education – SMETE” (SMETE, 1999). A experiência adquirida no projeto NEEDS – National Engineering Education Delivery System está sendo de grande valia para este novo empreendimento.

As seguintes lições foram adquiridas durante o programa de avaliação da Synthesis: foi evidenciada a importância do apoio de agências financiadoras; a colaboração com as empresas foi essencial para a boa disposição e motivação dos professores, e para o envolvimento destes nas atividades de avaliação; e a flexibilidade do processo foi crítica para obter a aceitação por parte dos professores.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGOGINO, A M. e MURAMATSU, B.. The National Engineering Education Delivery System (NEEDS): A Multimedia Digital Library of Courseware. *International Journal of Engineering Education*, Vol. 13, No. 5, 1998.
- AGOGINO, A M.e WOOD, W.H.. The Synthesis Coalition: Information Technologies, Enabling a Paradigm Shift in Engineering Education. Vaasa: Proceedings of the Conference on Computers and Hypermedia in Engineering Education, 1994.
- AKAMATSU, J.I.; et al . A Cooperative Project for Electrical Engineering Education at UNESP – São Paulo State University. Rio de Janeiro: Proceedings of the International Conference on Engineering Education – ICEE 98, 1998.
- AUSLANDER, D.M.. What is Mechatronics? *IEEE Transactions on Mechatronics*, Vol. 1, No.1, March 1996.
- FOYLE, H. C. e SHAFTO, M. G.. Teamwork in Real World. In FOYLE, H. C.. *Interactive Learning in the Higher Education Classroom*. The NEA Professional Library, 1995.
- GARDNER, H.. *A Nova Ciência da Mente*. São Paulo: Editora da USP, 1995.
- KEMPER, J.D.. *Engineers and Their Profession*. New York: Holt, Rinehart & Winston, 3rd Ed.,1982.
- KOLB, D.A.. *Experimental Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1984.
- 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.
- INGRAFFEA, A.R.; AGOGINO, A M. e SHEPPARD, S.. Needs: Expanding the Role of the Computer in Engineering Education. Rotterdam: Proceedings of the Eight Int'l Conf. of the Association for Computer Methods and Advances in Geomechanics, 1994.
- MILLIS, B.J. e CORTTELL, P.G.. *Cooperative Learning for Higher Education Faculty*. Oryx Press, 1998.
- MURAMATSU, B. e AGOGINO, A M.. The National Engineering Education Delivery System: A Digital Library for Engineering Education. *D-Lib Magazine*, Vol. 5, Issue 4, April 1999.
- NSF. National Science Foundation Engineering Education Coalition. <http://www.needs.org/coalitions>, 1999.
- POZO, J.I. *Teorias Cognitivas da Aprendizagem*. Artes Médicas, 1998.
- SALOMON, G.. *Interaction of Media, Cognition, and Learning*. Jossey-Bass, 1979.
- 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. Ostrava: aceite para o ICEE'99.
- SMETE. A Digital Library for Science, Mathematics, Engineering, and Technology Education. <http://www.smete.org>, 1999.
- SYNTHESIS. The Synthesis Strategic Plan. Synthesis Coalition Document. Berkeley, 1995.
- SYNTHESIS. Final Report on Development and Evaluation of the Synthesis Coalition's Assessment Tools and Process, 1996 - 1998. Berkeley: Synthesis Coalition Document, 1998a.
- SYNTHESIS. Institutionalization, Evaluation and Dissemination of Educational Innovations of the Synthesis Coalition. Berkeley: Annual Report, Year 2, 1997-1998. Synthesis Coalition Document, Vol.I and II, 1998b.