

Elaboração de Projetos, Hipermídia e *E-learning-by-doing*: Ferramentas Pedagógicas para o Ensino de Engenharia

Maria Isabel Timm
Fernando Schnaid
Maria Suzana Marc Amoretti

**On the Planning of Engineering Design,
Hypermedia and E-learning-by-doing:
Pedagogical Tools for Engineering Education**

Resumo: O artigo reflete sobre as necessidades apontadas por professores e pesquisadores da área de Engenharia, relacionadas à formação de um profissional para além das fortes habilidades técnicas e matemáticas. Sugere a elaboração de projetos como ferramenta cognitiva e pedagógica capaz de viabilizar a integração de conceitos teóricos e práticos, bem como de agregar outros elementos desejáveis à formação do referido profissional, como a visão multidisciplinar, o trabalho em equipe e a tomada de decisões complexas. Sugere a oportunidade do uso de novas tecnologias educacionais, como a hiperídia e o ensino a distância, como elementos de uma ecologia cognitiva igualmente necessária e estimulante à formação do engenheiro do século XXI. E discute o modelo *e-learning-by-doing* para a elaboração de possíveis cursos a distância, destinados ao estudo-ensino de projetos de Engenharia.

Palavras-chave: Ensino de Engenharia. Projetos de Engenharia. Ensino a distância. *E-learning-by-doing*.

Abstract: This work resumes new Engineering Education needs to XXI Century, including multidisciplinary approaches, team work and dynamic pedagogic models to integrate theoretical and practice contents, besides strong mathematics and technical skills. It suggests the use of new educational technologies, like hypermedia and distance education, as a good and stimulating cognitive environment to test new educational approaches and discusses the possible use of Roger Shankís (2002) *e-learning-by-doing* model to learn and teach Engineering projects, through distance education.

Keywords: Engineering Teaching. Engineering projects. Distance education. *E-learning-by-doing*.

TIMM, Maria Isabel; SCHNAID, Fernando; AMORETTI, Maria Suzana Marc. Elaboração de Projetos, Hiperídia e *E-learning-by-doing*: Ferramentas Pedagógicas para o Ensino de Engenharia. *Informática na Educação: teoria & prática*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 39-57, jul./dez. 2003.

1 Uma nova realidade para o ensino de Engenharia

Nas últimas décadas, o ensino e a pesquisa nas áreas de Engenharia amadureceram nas instituições nacionais, sobretudo naquelas onde ambos o ensino e pesquisa não andaram juntos, o que ocorreu principalmente nas universidades públicas. A excelência do trabalho de professores e pesquisadores brasileiros das áreas de ciência e tecnologia é reconhecida na comunidade internacional. Mais recentemente, ao longo da última década, nas Escolas de Engenharia não espaço por excelência destinado à pesquisa e ao ensino de ciência e tecnologia não, os professores passaram a analisar as especificidades do seu universo de trabalho, desenvolvendo reflexões e propostas destinadas a melhorar a formação dos futuros engenheiros.

Pesquisar as condições e a eficiência do ensino passou a ser uma nova tarefa do professor de Engenharia, comprometido com a qualidade do seu trabalho, principalmente em função das intensas alterações tecnológicas que ocorreram no mundo, através da omnipresença da informática. As mudanças provocadas pelo uso do computador na prática de Engenharia e na formação dos engenheiros estão instaladas de forma irreversível, com todas as consequências que isso trouxe em termos de capacidade de cálculos, simulações, previsibilidade, precisão e outros elementos intrínsecos ao fazer profissional.

Acompanhando a complexidade das mudanças tecnológicas, o mercado profissional rapidamente passou a exigir do en-

genheiro, além do raciocínio lógico, autonomia de ação e de aprendizado e, sobretudo, através do manejo de sua própria criatividade e comunicabilidade, coisas que o ensino tradicional definitivamente não tinha mais condições de ofertar (mesmo com a introdução da pesquisa e a proliferação de laboratórios ocorrida depois da consolidação dos programas de pós-graduação, após a década de 1970).¹

A maioria das análises sobre o ensino de Engenharia refere-se à necessidade de mudança em função da própria alteração ocorrida na prática de Engenharia e na natureza do conhecimento, que passou de um conjunto razoavelmente estático a um processo de permanente agregação de novas informações e atualizações profissionais. Para cumprirem sua inserção no universo profissional, os estudantes de engenharia do século passado deveriam ter acesso, durante o curso, a uma gama variada de informações e a uma organização formal dos conteúdos. Deveriam desenvolver o raciocínio lógico, a capacidade de tomar decisões e, sem nenhuma dúvida ou contestação, uma forte base (ou habilidade) em física e matemática. Este último item é, a rigor, não o único que se manteve como unanimidade no planejamento do ensino do século XXI.

Se, no passado, o aluno acessava apenas ao professor, à biblioteca e ao laboratório, ao longo do curso, hoje precisa desenvolver a sua própria capacidade de estruturar a fantástica quantidade de informação disponível, nos múltiplos meios de acesso à

¹ Talvez, para um pesquisador da área de Ciências Humanas, o enfoque na exigência do mercado sobre um perfil profissional seja pouco compreensível, ou pouco aceitável. Na Engenharia, entretanto, é impossível dissociar a formação universitária da demanda do mercado, não só pelo fator empregabilidade, mas, no limite, pelo bom funcionamento da economia (quem pagaria por casas mal construídas, pontes com riscos de desabamento ou carros inviáveis?).

informação e, nos últimos anos, na Internet. Ao conjunto de competências e habilidades obrigatórias e desejáveis do novo engenheiro foram incluídas a computação e o domínio de inglês, o conhecimento de gestão, as noções de economia e administração e, mais recentemente, a criatividade, o trabalho em equipe, a iniciativa, a liderança e, sobretudo, a autonomia no aprendizado. O futuro profissional deve manter-se atualizado e dominar as novas tecnologias que invadem continuamente o mercado. Tudo isso através de uma visão obrigatoriamente multidisciplinar e sistêmica do conhecimento.

Oliveira (2001) descreve os esforços institucionais na busca por soluções para a melhoria dos cursos de Engenharia, desde a aprovação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, em 1996 (para diversas áreas). Críticas ao referido dispositivo legal levaram a um movimento crescente de discussão em escolas, faculdades, publicações e eventos da área, no Brasil e nos Estados Unidos. Entre as demandas de alteração, estava a formação curricular com estruturas fragmentadas, sem integração e sem contextualização. No caso da Engenharia, cita Bringham (1993, *apud* Oliveira 2001, p. 153), referindo-se a uma concepção de aprendizagem como "acúmulo de conhecimentos e não como integração das partes novas aprendidas com as partes anteriores", o que produz um desconhecimento de cada professor em relação ao que seus colegas ministram, ministraram ou vão ministrar após suas disciplinas, problema agravado pelo total despreparo dos docentes em relação a

metodologias didáticas e/ou pedagógicas. Refere-se em especial à divisão ainda predominante entre os aspectos básicos e profissionalizantes da profissão, dissociados inclusive na própria organização das disciplinas, situação agravada pelo fato de os alunos de Engenharia frequentarem essas disciplinas junto com alunos de outros cursos, o que dificulta a contextualização dos temas.

Oliveira (2001) descreve pressupostos básicos para a formação do profissional de Engenharia, citando, em primeiro lugar, a apropriação de novos conhecimentos, o registro e a expressão de ideias de *forma autônoma e independente* (grifo da autora, em função de tratar-se de característica recorrente, em praticamente todos os autores que tratam do assunto, a qual, supõe-se, pode ser estimulada através do ensino diferenciado). Entre outros, Oliveira cita ainda o trabalho em equipe e a capacidade de coordenação de grupos multidisciplinares; o acompanhamento do desenvolvimento de novas tecnologias, inclusive aquelas relacionadas à atividade de *projeção*; as interfaces do trabalho do engenheiro com sua atividade de cidadão, as repercussões ambientais, éticas e políticas de sua atuação. Segundo esse autor, os currículos de graduação atuais são semelhantes a uma linha de produção fordista,² pouco eficiente, porque sujeita a falhas e interrupções.

O aluno seria um "chassi", que na linha de montagem vai recebendo peças (os conteúdos das disciplinas) seqüencialmente, onde os montadores (professores) teriam pouca noção sobre as outras peças ou como as mesmas estão sendo incorpora-

² O termo refere-se a Henry Ford e à linha de montagem idealizada por ele e cristalizada principalmente através da indústria automobilística do início do século XX, na qual cada operário, ou mesmo técnico, fazia apenas uma parte do trabalho, como, por exemplo, apertar parafusos, o que hoje é considerado um método que desumaniza o processo de produção, por impedir ao trabalhador o reconhecimento do valor de seu trabalho no conjunto.

das ao ichassií, nos postos de trabalho anteriores, adjacentes e posteriores. Fazendo uma comparaÁ,,o n,,o muito apropriada, se fosse para o aluno ifuncionarf imediatamente ao final da linha de montagem, o Índice de rejeiÁ,,o seria altíssimo, tendo que passar por diversas oficinas de assistÍncia tÈcnica antes de funcionar efetivamente. (OLIVEIRA, 2001, p.171).

Em 2002, durante a realizaÁ,,o do XXX Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE), na cidade de Piracicaba (SP), pelo menos seis artigos trataram diretamente da identificaÁ,,o do perfil do engenheiro, desej-vel para o exercÍcio da profiss,,o ao longo do sÈculo XXI. A maioria dos artigos referia ãs caracterÍsticas j- citadas, tendo grande grande unanimidade a *necessidade de formaÁ,,o permanente, de aprendizado do engenheiro ao longo de toda a sua vida*. Esta caracterÍstica, alÈm do estÍmulo ao auto-aprendizado, tambÈm aponta para a necessidade de integraÁ,,o de novas tecnologias ao ensino de Engenharia. PrevÍ a disponibilizaÁ,,o de material em m´ltiplas mídias, via Internet, dentro do espÍrito da criaÁ,,o de programas de atualizaÁ,,o permanente, em especial atravÈs do ensino a dist,ncia, cuja natureza È particularmente atraente para profissionais que j- est,,o no mercado de trabalho e n,,o possuem tempo para freq,entar cursos convencionais.

O uso de tecnologias educacionais mediadas pelo ambiente informatizado, como suporte ãs aulas convencionais e para ensino a dist,ncia, tem sido, com freq,Íncia, citado como ferramenta para enfrentar as necessidades de atualizaÁ,,o permanente, bem como no sentido de agregar valores como o auto-aprendizado, a criatividade e outros, ã formaÁ,,o dos engenheiros. Ao longo dos Íltimos anos, a disseminaÁ,,o de produtos de multimÍdia e de seu uso, em

cursos presenciais e a dist,ncia, gerou um universo de conhecimentos e análises exaustivas, relacionando de alguma forma essas experiÍncias ao desenvolvimento de novas capacidades no processo de ensino-aprendizagem, em especial relacionadas ã maior autonomia do aluno no seu processo de construÁ,,o do conhecimento.

No mesmo Congresso, foram aceitos 21 artigos relacionados ao uso de algum tipo de tecnologia educacional mediada por computador e sete relacionados diretamente ao ensino a dist,ncia. Ambas as situaÁies relacionadas ã melhoria da formaÁ,,o dos engenheiros, em especial atravÈs do estÍmulo ã autonomia de aprendizado, evidenciam a import,ncia dos temas e de sua intersecÁ,,o, segundo o olhar dos pesquisadores da Área.

2 A natureza do projeto enquanto atividade cognitiva e pedagógica para Engenharia

No Âmbito do ensino de Engenharia, a reuni,,o de habilidades, tais como as referidas com relaÁ,,o ao perfil do engenheiro (domÍnio da matem-tica e da fÍsica, vis,,o multidisciplinar, tomada de decisÍes com base em m´ltiplas vari-veis, imprecis,,o e incertezas, comunicabilidade, criatividade e trabalho em equipe) pode ser encontrada, segundo Naveiro e colaboradores (2001), na atividade de *projeção*, ou aÁ,,o de projetar, seja um artefato ou uma edificaÁ,,o. Os autores citam ainda a natureza interativa, criativa e coletiva do ato de projetar. Apesar da import,ncia dessa atividade, n,,o existe no currículo de Engenharia, na UFRGS, uma disciplina de projetos.

Segundo Naveiro (2001), a atividade de realizaÁ,,o de projetos³ È extremamente

difícil não se não impossível não de ensinar, porque compreende um conjunto de conhecimentos para gerar as ideias, para avaliar conceitos e para estruturar o processo propriamente dito do projeto, sendo que todos esses conhecimentos se fundamentam basicamente na vivência prática das situações em pauta no projeto. Do ponto de vista cognitivo, segundo ele, o ato de projetar envolve operações mentais complexas, de alto nível, como a estruturação, a análise e a síntese de conceitos devidamente aplicáveis à prática. Mais especificamente, o autor se apóia nas ciências cognitivas e na Inteligência Artificial para definir a atividade de projetar como resolução de problemas, ou ainda, citando Miles e Moore (1994, *apud* Naveiro, 2001, p.33), um processo de tomada de decisão, de planejamento e busca e de satisfação de restrições. Todas essas definições são compatíveis com a atividade de Engenharia, em várias de suas concepções, desde a mais singela (o engenheiro é um *resolvedor* de problemas por natureza) até as mais complexas, como, por exemplo, a de Fisher (2002), ao definir a prática de engenharia como atividade de projetar sob limitações de custo, de segurança, de impacto ambiental, de ergonomia, de manufaturabilidade, de manutenção, da realidade e da natureza.

Oliveira (2001, p. 162) analisa a situação do ensino/aprendizagem da atividade de *projeção* nos cursos de Engenharia brasileiros.

Os cursos de graduação, em sua maioria, tratam da questão do ensino-aprendizagem de projeção como uma simples aplicação de conhecimentos, e a abordagem conceitual e as metodologias adotadas nas

atividades de projeção ficam em segundo plano, ou, conforme afirma Andrade (1997), os estudantes de engenharia são ensinados a analisar sistemas mas não realmente a projetá-los.

O autor vai ainda mais longe e afirma que a *projeção* não é ensinada/aprendida nos cursos de Engenharia Civil e que, muitas vezes, é confundida com os estágios supervisionados previstos curricularmente: «Conforme se pode verificar, não existem disciplinas específicas sobre projeto de engenharia civil nos cursos». (p.163). Entende o autor que na maioria dos casos (56%, segundo pesquisa citada pelo autor), os alunos identificam essa atividade como do chamado ciclo profissionalizante do curso, ou seja, a atividade é dissociada de suas partes constituintes, parte situadas no chamado ciclo básico do curso, no qual o aluno tem sua formação básica em física e matemática. São essas as ferramentas que ele necessitar para equacionar o(s) problema(s) constantes de seu projeto. Oliveira conclui que essa formação dissociada influencia inclusive na própria atividade de *projeção* em Engenharia Civil, no qual há uma divisão entre «serviço», fragmentada em várias outras, geralmente não coordenadas, e «obra».

Pelo resultado na pesquisa, esta fragmentação, que causa descoordenação e não sistematização do projeto, ocorre também no ensino de projeto, ou seja, o futuro profissional estaria aprendendo a projetar de forma fragmentada. Por outro lado, há a suposição de que a coordenação e sistematização das partes e interfaces do projeto é automática e dispensável em termos de ensino/aprendizagem de forma estruturada. (p. 163).

Ainda, segundo o autor, há pouca pesquisa no Brasil a respeito do processo de ensino-aprendizagem de *projeção*, estan-

3 O autor se refere basicamente a projetos de produtos, mas sugere que a atividade de projetar está relacionada a qualquer área da Engenharia, bem como da Arquitetura.

do as que ocorrem relacionadas em geral aos projetos para aplicação industrial. Relata a situação existente nos Estados Unidos, apresentada pela pesquisa em dez universidades:

[...] foi mostrado que os maiores benefícios da implantação do ensino de projetos desde o início do curso seriam:

- motivação dos estudantes para o estudo da engenharia, aumentando a absorção de conhecimentos;

- aumento do entendimento das técnicas, incentivando-se a formação de grupos de trabalho para a busca de soluções de problemas de engenharia. (p. 164).

Nesse escopo, Oliveira sugere que o ensino-aprendizagem de *projeção* nos cursos de Engenharia possa ser considerado um catalisador no processo de ensino/aprendizagem, por ser considerado como uma atividade intelectual fundamental dos profissionais de engenharia, de arquitetura e de desenho industrial. (p. 166). Ressalta, entretanto, que esse ensino não deve ser reduzido a uma apresentação seqüencial de fases ou a um diagrama de blocos, mas deve ser concebido como aprendizagem de um processo coletivo que envolve discussões, interações e negociações.

Isso determina que uma formação profissional, que venha a se coadunar com estes pressupostos, deve reservar ao aluno um papel interativo, de modo a garantir a necessária interatividade no processo de ensino/aprendizagem. (p.170).

Ressalta a importância da atividade de projeto para viabilizar uma aprendizagem contextualizada, ou seja, a integração das naturezas científicas, técnicas e humanísticas, reproduzindo o contexto em que o futuro pro-

fissional deverá inscrever sua prática. Segundo ele, uma das metas da formação do engenheiro é exatamente buscar o equilíbrio entre a teoria e a prática, contextualizando o conhecimento de tal forma que o futuro engenheiro aprenda a dimensionar, em situações reais, a interação entre o conteúdo de determinada disciplina e os

demais conhecimentos necessários ao desenvolvimento ou execução de um determinado projeto, considerando-se inclusive as relações sociais que são estabelecidas pelos diversos atores que participam da viabilização ou se relacionam de alguma maneira com este artefato ou empreendimento (que está sendo projetado). (p. 177).⁴

Para Oliveira, por ser o elo de articulação entre os conhecimentos contidos na formação e na prática de Engenharia, viabilizando a contextualização, a articulação e a integração desses conhecimentos, a atividade de *projeção* deve ser inserida no processo ensino-aprendizagem do futuro engenheiro, de forma a viabilizar a interação não apenas entre teoria, prática e contextos da aplicação, mas entre os atores do processo educacional, alunos e professores.

Naveiro (2001, p. 40) descreve os mecanismos cognitivos envolvidos na execução de projetos, segundo os tipos de memória (curta ou longa duração) e de memorização envolvidos. A partir da apresentação de um desenho esquemático a um grupo de alunos, com resultados diferentes para alunos com ou sem conhecimento prévio, e com base nos conceitos apresentados, sugere:

A capacidade de armazenamento da memória de curta duração está associada à

4 Vale ressaltar que o ambiente virtual é uma tecnologia educacional que viabiliza essa interação dos atores do processo ensino-aprendizagem, tanto em experiências convencionais, em sala de aula, como em atividades a distância.

experiência prévia do projetista, ou, em outras palavras, projetistas mais experientes gastam menos memória para armazenar uma idéia ou concepção.

A capacidade de retenção de algo na memória de curta duração é pouca. [. . .]

A memória de longa duração é aparentemente ilimitada, mas requer muito mais tempo para uma informação ser registrada. Por outro lado, recuperar informações nela armazenadas é muito mais rápido.

Os esboços, rascunhos e anotações efetuados pelo projetista durante o seu trabalho são uma extensão da memória de curta duração, funcionando como elemento de comunicação do projetista com ele mesmo. Tais rascunhos são densos em informação, servindo como lacionadores das associações e pontos de apoio dos blocos de informações [. . .].

Sintetizando, podemos identificar os seguintes processos mentais durante a progressão do projeto: inicialmente temos o processo de identificação e definição do problema, no qual blocos de informação vão gradativamente sendo armazenados na memória de longa duração. Os blocos constituem-se na incorporação da percepção do problema por parte do projetista, assim como da incorporação das decisões tomadas pelo projetista para diminuir o grau de incerteza do projeto. Ao término desta fase o projetista tem um entendimento global do problema, com seus requisitos e restrições bem definidas.

Em seguida, inicia-se o processo de busca de soluções, utilizando os mecanismos de decomposição e associação [. . .]. Isso equivale a dizer que o projetista procura, dentro da sua memória de longa duração, soluções que atendam às exigências do projeto. A busca também pode ser feita através da recuperação de soluções adotadas em projetos anteriores e existe uma predisposição natural para se proceder desta forma, o que muitas vezes embota a criatividade, impedindo o aparecimento de soluções melhores.

Além da descrição dos processos cognitivos, o autor propõe o que chamou de espécie de rota a ser definida ao longo da

trajetória de *projeção*, ou passos que serão seguidos para que o projetista diminua gradativamente o grau de incerteza em relação à situação inicial. Este será um contínuo processo de tomada de decisões com base na atualização permanente do estado inicial do projeto, podendo (e devendo) ser representado em linguagens variadas: descrições verbal ou textual (relatórios ou mesmo descrições orais das características do problema; gráfica (desenhos técnicos e outros); analítica (equações, regras, procedimentos e outras formas de representação matemática); física (modelos, protótipos ou outros recursos de visualização do fenômeno físico). Também sugere uma dimensão coletiva na atividade de *projeção*, identificável pela organização de equipes, pelos contextos de especialização técnica com seus respectivos dialetos e símbolos, pelos condicionantes ou restrições que implicam argumentação e negociação entre equipes e pela variedade dos discursos que implicam visões diferentes segundo cada equipe e cada componente de equipe.

Parece ser evidente que as colocações de Naveiro e Oliveira são fortemente relacionadas às necessidades de formação do engenheiro, por viabilizarem a validação de paradigmas já consolidados dessa formação (como, por exemplo, a base do raciocínio no método científico, que inclui a identificação inicial do problema, da forma mais precisa possível, e sua decomposição em subproblemas menores, independentes ou semi-independentes), e agregarem novas competências, entre as quais a visão interdisciplinar, a viabilização do trabalho em equipe e a capacidade de equacionamento de imprecisões de problemas complexos. A realização de um projeto, da forma como descrito pelo autor em suas componentes

cognitivas, permite sua inserção em um conjunto de atividades pedagógicas focadas no aluno e no seu processo de desenvolvimento cognitivo, tal como proposto pelos modelos construtivistas, o que atende às necessidades de desenvolvimento de novos modelos pedagógicos para a formação dos futuros engenheiros. Novos modelos que não estejam apenas centrados no processo de apresentação de conteúdos, mas considerem a necessidade do aluno de construir seu próprio processo de desenvolvimento cognitivo. Modelos que passam, inevitavelmente, pela integração de novas tecnologias educacionais, como a hipermídia e o ensino a distância.

3 Desenvolvimento de tecnologia educacional informatizada

Pintar uma fera, de forma rudimentar, na parede de uma caverna, produzindo um resultado que chega aos dias de hoje sob o nome de arte rupestre, pode ter sido um sinal pré-histórico do desejo humano de fazer-se compreender através de representações externas, sobre os suportes existentes. Supõe-se, na verdade, que o ato, geralmente interpretado como uma forma de desejo mágico de controle sobre a caça, possa ter sido também, em algum momento, o modo de identificar, aos parceiros, qual era o animal a ser caçado (BOSCOV, 1990). Ao ser confirmada esta ideia, é possível que os homens das cavernas estivessem lançando a semente de uma história, cuja linha de tempo passar pelos poemas épicos recitados pela memória dos poetas para narrar os fatos históricos e culturais, pela escrita na pedra, pelo livro, o giz no quadro-negro, os blocos de rascunho, as lâminas do retro-projetor e tantos outros elementos que serviram de apoio para que os professores apresen-

tassem aos estudantes os detalhes de como devia ser, afinal, o animal a ser caçado, na Idade da Pedra, ou o fenômeno a ser compreendido, nas escolas contemporâneas.

Todos esses recursos, que gostaríamos de chamar de *novas* tecnologias educacionais, foram aprimorados e, quem sabe, atualizados, na sua forma, embora guardem suas funções de apoio à atividade educacional. Possivelmente, muitas dessas funções foram integradas em um poderoso equipamento de processamento e apresentação de informações: o computador, cuja massificação, na última década do século XX, permitiu a redefinição por completo dos paradigmas de informação e comunicação, e, por consequência, os paradigmas educacionais. Hoje, os *softwares* para edição de vídeo, produção de imagens animadas em duas ou três dimensões, simulações de fenômenos físicos e funções matemáticas, *slides* eletrônicos, arquivos de som e outros recursos do tipo, cuja eficiência será maior quanto maior for a integração entre o bom conteúdo, a criatividade e a operacionalidade da navegação, em *web-sites* interativos, são as novas armas para conquistar e manter a atenção do aluno.

A tecnologia educacional mediada pelo computador agrega alguns elementos que fazem dela um verdadeiro *turning-point* na história dos recursos de apoio à comunicação e à cognição, reconhecidos por autores como Levy (1993), que estudou a inserção dos chamados hipertextos (as estruturas não-lineares de organização da informação, que permitem saltar de um ponto a outro do conjunto) no contexto do tempo histórico e do espaço cultural da humanidade, estabelecendo-os como uma espécie de paradigma da contemporaneidade, uma vez

que sintetizam exatamente a rede de sentidos em permanente movimento, movida tecnologicamente para tecer novas relações cognitivas, antropológicas e filosóficas, para o que chamou de *ecologia cognitiva*.

Para Lévy, o hipertexto é uma espécie de retorno da cognição humana para formas supostamente mais naturais de pensar, evocativa, inter-relacionada, não-linearmente. Mais naturais porque anteriores à produção de outras tecnologias da inteligência, como a fala e a escrita, capazes de ancorar práticas comunicacionais e, portanto, sociais, culturais, políticas, entre outras e suas próprias imagens e semelhanças. Lévy considera a estrutura hipertextual de produção de informações, paradigmática da contemporaneidade, como a melhor met-fora não apenas ao presente momento, mas para a construção do conhecimento humano. Os hipertextos, segundo ele, reproduzem o processo evocativo do raciocínio e estimulam a capacidade de associar, de interagir e de buscar novas possibilidades de enfoque sobre um tema.

A met-fora do hipertexto conta da estrutura indefinidamente recursiva do sentido, já que ele conecta palavras e frases cujos significados remetem-se uns aos outros, dialogam e ecoam mutuamente para além da linearidade do discurso. (Lévy, 1993, p.73).

A estrutura hipertextual e seu desenvolvimento através da hipermídia possibilitou o que Levy refere como diálogo de significados entre os múltiplos pontos de uma informação, e, da mesma forma, viabilizou que este diálogo pudesse ser realizado não apenas segundo o interesse de quem o produziu, mas também de quem vai acessá-lo, de forma denominada, em termos gerais, de interativa e dinâmica.

4 Ensino a distância via Internet

Além da operação individualizada do computador, que por si só acarretaria a necessidade de compreensão de uma forma não-linear, interativa e hipertextual de comunicação, a Internet veio para ficar integrando-se também, de forma definitiva, à cultura contemporânea, tanto como forma de comunicação pessoal como social, veículo de lazer, de fornecimento de serviços e de mercadorias. Desde o seu surgimento, como rede de informações relacionadas à segurança militar norte-americana, na década de 1960, a rede mundial de computadores mudou completamente seu próprio perfil, passando a funcionar como uma verdadeira teia de comunicações pessoais, sociais, acadêmicas, de fonte de pesquisa, lazer e novos padrões de comportamento. O desenvolvimento tecnológico permitiu também que fossem agregados à Internet os recursos de hipermídia, como elementos de apoio aos ambientes educacionais. Essa possibilidade foi drasticamente potencializada pela popularização dos *softwares* que viabilizam a transmissão de áudio e imagens, estáticas ou em movimento, em tempo real ou sob demanda, através do chamado *videostreaming*, que reduziu o tempo necessário para *download* de arquivos muito grandes.

A Internet não alterou apenas a cultura educacional, também redimensionou uma expressão bem conhecida, o *ensino a distância*, cujas origens remontam aos anos 1830, de forma estruturada, uma vez que, a rigor, o ensino a distância, enquanto característica, se estabelece quando os primeiros livros e, com eles, um padrão de acesso ao conhecimento independente da presença de algum professor. Mas, nesse período, segundo Peters (2001), há re-

gistros de lições de estenografia em cartões postais, na Inglaterra. Mais tarde, em 1856, foram estruturados os primeiros cursos na Alemanha, de lingüística e conversação, através de cartas que continham exercícios cujas soluções seriam dadas nas aulas seguintes. Ao longo da década de 1970 do século XX, de modo compatível com as necessidades de massificação da educação formal, foram montadas universidades a distância, em especial na Alemanha e na Inglaterra,⁵ que desenvolveram modelos baseados principalmente na tecnologia papel, difundida através do correio convencional.

Kramer (1999) salienta a característica do ensino a distância, ao longo de sua implantação de forma massificada, durante o século XX, principalmente nas áreas ligadas aos cursos profissionalizantes. O mesmo acontece no Brasil, quando, em 1941, são criados o Instituto Universal Brasileiro e o Instituto Radiotécnico Amador, com cursos de dactilografia e radiotécnica por correspondência, conhecidos através de seus anúncios divulgados em revistas, com depoimentos e fotografias de alunos. Nos anos sessenta e setenta, no Brasil, houve uma forte tentativa de implantação de ensino a distância através do rádio, inclusive através de projetos em parceria com a Igreja Católica. Em 1967, outro marco do ensino a distância brasileiro foi o projeto montado pela Fundação Padre Anchieta, ligada ao Governo do Estado de São Paulo, que montou 25 postos de recepção,

junto com estabelecimentos comerciais, industriais e bancários, presídios, hospitais e outras entidades religiosas e assistenciais, onde eram feitos os registros de frequência dos alunos aos cursos.

Em 1980, essa Fundação passou a integrar o Sistema Nacional de TV Educativa SINTED, do qual faziam parte oito emissoras de televisão do País, as quais passaram a intercambiar programas educacionais com emissoras de outros países, como Portugal e até Estados Unidos. No Rio Grande do Sul, a Fundação Padre Landell de Moura (FEPLAN), desde 1967, desenvolve várias atividades, também destinadas à profissionalização, inclusive para a população rural. Mas o que ficou mais conhecido, em todo o País, foi o chamado Telecurso de 2º Grau, lançado pela Fundação Roberto Marinho, juntamente com o Sistema Globo de Televisão, em 1978, existente ainda hoje, com o nome de Telecurso 2000.⁶ O perfil dos alunos desses cursos já não estava apenas restrito aos aspirantes à profissionalização, uma vez que o ensino a distância passou a ser tratado como prioridade das instituições universitárias⁷ e mesmo do MEC, para todas as áreas da educação formal. Em setembro de 1995 foi criada no MEC a Secretaria de Educação a Distância (SEED), que passou a centralizar a formulação de políticas e projetos da área, lançando o Projeto TV Escola, no qual previa a instalação de antenas parabólicas, televisão, videocassete e fitas

5 Em ambos os países, como em outros, o modelo de ensino a distância ainda é utilizado para o ensino formal e fortemente implantado como educação continuada. Há vários relatos de cursos que integram o sistema convencional de troca de correspondência ao uso de tecnologia informatizada e Internet.

6 A enumeração exaustiva de projetos implantados no Brasil, na área de EAD, antes e depois do aparecimento da tecnologia informatizada, está disponível em Kramer (1999).

7 A Universidade Federal de Santa Catarina foi a primeira universidade pública brasileira a oferecer cursos de pós-graduação a distância, com apoio em tecnologias computadorizadas e teleconferências via satélite. Em 2000, a UFSC oferecia trinta cursos de mestrado e sete de especialização.

para um conjunto de 46 mil escolas de todo o Brasil.

No final dos anos 1990, entretanto, os relatos de uso do ensino a distância já incorporam experiências com uso de videoconferências, primeiro através de transmissões por satélite e depois através de Internet. Ao longo desse período, começaram a ser desenvolvidos ambientes virtuais de ensino-aprendizagem, cuja navegação hipertextual foi agregando aos poucos também mídias (hipermídia), ferramentas de comunicação e compartilhamento de conteúdos previamente produzidos, estratégias de ensino-aprendizagem síncronas e assíncronas, abordagens pedagógicas especificamente desenvolvidas para a Internet e outras, adaptadas na pesquisa educacional convencional. Desde 1999, a Universidade de Brasília desenvolve o projeto Universidade Virtual, oferecendo vários cursos *on-line*. Nesse mesmo período, foi criada a UNI-REDE, integrando universidades públicas brasileiras em projetos integrados de ensino a distância.

Embora não existam ainda experiências comprovadoras da eficiência dos processos de EAD para estimular a tão desejada autonomia dos estudantes, parece estar disseminada a ideia de que isso é possível, em especial se o processo de EAD for mediado pelas tecnologias educacionais baseadas em uso de hipermídia e, em especial, se produzido de forma a estimular a interatividade. A tecnologia de hipermídia agrega aos conteúdos da Internet as potencialidades do som, do vídeo e das imagens estáticas ou animadas, cada um desses elementos e todos sendo responsáveis por uma linguagem dinâmica, capaz de ser integrada ao acervo de conhecimentos do estudante, através da sensibilização de diversas áreas de

sua cognição (visual, sonora, sensorial, por exemplo). Ressalte-se ainda os aportes das Ciências Cognitivas para a produção e análise do material produzido em hipermídia, em especial os elementos da percepção visual, da semiótica e da própria pesquisa empírica com a neurociência, que permitem, atualmente, validar ou discutir a eficiência dos recursos audiovisuais propostos. Além deles, a interatividade possibilitada pela navegação hipertextual e pelo acesso à Internet instrumentalizam o acesso do aluno às informações de forma ativa e dinâmica. Esse movimento não associado à curiosidade e ao seu próprio esforço não pode estimular a jornada do estudante na construção de seu próprio conhecimento.

O ensino a distância mediado por tecnologias computadorizadas, de forma pura ou integrada com métodos convencionais, passou a ser considerado prioridade no ambiente educacional, e a Engenharia não ficou fora desse processo. Em vários países, instituições acadêmicas de grande porte e de importância reconhecida na área de ciência e tecnologia, como o Massachusetts Institut of Technology (MIT) de Boston, e a Universidade de Stanford, na Califórnia, passaram a disponibilizar o conteúdo de seus cursos presenciais na Internet ou a oferecer cursos a distância em vários níveis. Em um primeiro momento, as justificativas para essa opção foram relacionadas à diminuição de custos e ampliação de acessos, as quais, hoje, estão relativizadas pela experiência prática de implantação de estruturas para oferta de ensino a distância, que se mostraram caras e exigentes de planejamento e infra-estrutura. Mesmo assim, a importância do ensino a distância permanece, em função das potencialidades abertas pelo traba-

lho a longo prazo, paralelamente à formação de acervo de material didático de apoio e ao desenvolvimento de modelos pedagógicamente mais apropriados para essa forma de ensino-aprendizagem.

Além de todas as razões referidas, considera-se que o ensino a distância é uma tendência já identificada como um dos modos possíveis da *formação permanente* dos profissionais, outra das características identificadas como necessária ao profissional contemporâneo. Isso faz desta modalidade de ensino um laboratório de formação de cultura educacional tecnológica em moldes mais complexos e sistematizados, que podem contribuir para a reflexão e para novas práticas na formação dos alunos de Engenharia.

5 Um modelo cognitivo e prático de ensino a distância

Schank (2002) propôs um planejamento de cursos a distância sistematizado e com potencialidades de uso universal, em um livro que desde o título *Designing world-class e-learning* não sugere a importância do planejamento do *design* e, portanto, da estrutura do curso. Em especial, relata o uso desse modelo em cursos destinados a clientes corporativos (IBM, GE, Harvard Business School⁸), o que, longe de representar um obstáculo para o objetivo acadêmico, especialmente na área de Engenharia, acrescenta um elemento de atração, uma vez que é uma área com forte conexão com o mercado de trabalho e, portanto, com as necessidades do treinamento de natureza empresarial e industrial. Schank é um pesquisador norte-americano, diretor do Institu-

to de Ciências da Aprendizagem da Universidade de Northwestern, com importante contribuição nas áreas de Ciência da Computação, Educação e Psicologia. Baseia seu modelo na compreensão das estruturas cognitivas de aquisição de conhecimento, em especial em um mecanismo que chamou de memória dinâmica (Schank, 1999), envolvendo operações de processamento, indexação, evocação e memorização de estruturas mentais modulares e atualizáveis, integrando-as em uma complexa teoria sobre o funcionamento da memória humana, a qual seria a base do processo de aprendizado.⁹

O processo de aquisição de conhecimento, para Schank, inicia com o conceito de *script*, um tipo de estrutura mental de alto nível, organizadora das informações que o ser humano recebe através das suas vivências práticas e arquiva na memória, de forma encadeada (episódios, vivências, relatos, etc.) segundo vários critérios (indexação), que podem estar relacionados ao objetivo do *script*, seu tema principal, um enredo nele contido ou outras formas de arquivamento mental.

Os indivíduos economizam o tempo de processamento, utilizando essas e outras estruturas mais complexas (histórias, relatos encadeados de episódios e conjuntos integrados por temas comuns, por exemplo), para acessar de forma rápida e eficiente as milhares de informações que recebe ao longo da vida. Essas estruturas facilitam a evocação conjunta, integrada, dos dados memorizados através de várias *entradas no banco de dados mental*, no momento em que

8 Ver mais detalhes sobre o modelo de Schank nos itens 3.5.2 e 9 deste projeto.

9 Para Schank, a teoria da memória dinâmica é uma teoria da aprendizagem.

se fizerem necessários. Uma dessas entradas para a memória ser o que o autor chamou de *scriptlet*, definindo o que seria uma seqüência específica de ações, que constitui a base da organização dos conteúdos para a produção do modelo *e-learning-by-doing*.

As estruturas cognitivas servem, portanto, segundo Schank, como mecanismos que tornam mais econômico o processamento humano de novas informações, facilitando a identificação de novos dados e o processo de evocação, atividades cognitivas que constituem a base do processo de aprendizagem. Fornecem um conjunto de informações, as quais foram memorizadas em conjunto, em determinada situação, sob determinado índice na memória do indivíduo, cuja evocação contribuiu para que o sentido possa ser integralmente compreendido. Em função disso, permitem inferências, ou seja, possibilitam aos ouvintes a compreensão de elementos que não foram enunciados pelo falante e que fazem parte do conjunto de informações integradas ao *script*, no conjunto de sua circunstância. Além disso, as estruturas cognitivas permitem a realização de abstrações e generalizações, necessárias ao processo de aprendizagem.

Supõe-se, então, que esse conjunto de estruturas mentais, de complexidade variável e dinâmica, é de uma espécie de banco de dados mental, dinâmico e em permanente processo de atualização, pela interação do indivíduo consigo mesmo e com o meio externo. A esse processo complexo e dinâmico de interação, indexação, evocação e atualização Schank deu o nome de *memória dinâmica*, atribuindo-lhe a função de estruturar a aprendizagem humana.

Nossas memórias se alteram dinamicamente ao arquivar informações, abstraindo generalizações significativas das nossas experiências e guardando as exceções a essas generalizações. À medida em que temos mais experiências, alteramos nossas generalizações e categorizações da informação, para atender nossas necessidades correntes e poder contar com elas para as nossas novas experiências. (SCHANK, 1999, p. 2).

De forma resumida, o processo proposto por Schank para a aquisição de conhecimento contém os seguintes passos: quando o indivíduo vivencia novas situações, ele as compara com o repertório de estruturas cognitivas indexadas em seu banco de memória dinâmica, que lhe permite fazer comparações e previsões. Se as estruturas da nova situação e as da antiga forem idênticas, a previsão se confirma, nenhuma alteração precisa ser feita e a estrutura cognitiva ser novamente integrada ao conjunto da memória, fortalecida provavelmente naquela versão e mais confiável na sua característica de instrumento de previsão. Se forem diferenciadas, as previsões feitas com base na memória anterior possivelmente falharão, obrigando o indivíduo a buscar uma interpretação para o fracasso e processando, dessa forma, um conjunto de novas informações, que atualizarão o *script* (ou outra estrutura) prévio, ou construir novos *scripts*, novas cenas ou novos encadeamentos de ações, para dar conta da nova situação. Dessa forma, para Schank, ocorre o processo de aquisição de novos conhecimentos e, portanto, de aprendizagem. Esse conjunto de processos compõe a estratégia de estruturação dos cursos a distância chamados por Schank de *e-learning-by-doing*.

Schank (2002) propõe uma metodologia de cursos a distância *e-learning-by-*

doing, ou aprender pela prática cuja organização de conhecimentos ser disponibilizada aos alunos, na forma das seqüências ordenadas de ações (*scriptlets*) contidas naquele conjunto de conhecimentos, contextualizadas no âmbito de situações capazes de emular a prática profissional. Esta seria uma estrutura mental capaz de favorecer o processo de aprendizagem do aluno de forma consistente com a integração dos novos conhecimentos ao seu acervo virtual e dinâmico de memórias sobre os temas, porque estariam sendo aprendidos dentro de um contexto próximo ao real, onde aquela seqüência de ações faz sentido e, portanto, tem significado prático. Para realizar as ações, o aluno teria a seu dispor as ferramentas necessárias, incluindo os recursos informatizados sobre conteúdo (no caso da Engenharia, inclui ainda possíveis ferramentas matemáticas). Esse modelo de aprendizado pela realização de ações próprias supera o do aprendizado com base na simples memorização de informações, ao qual o aluno se lança com o objetivo de passar nos testes, sem saber exatamente o que aquele conteúdo vai aportar para sua prática de trabalho, ou seja, seu objetivo final.

Tendo por unidades básicas, portanto, as estruturas cognitivas com as quais os indivíduos processam informações e constroem seus conhecimentos, Schank propõe que sejam identificadas as seqüências de ações que compõem as práticas profissionais envolvidas naquele conhecimento e sobre elas sejam construídos currículos contextualizados em situações de simulação da realidade, orientados à prática de atividades, nas quais seriam aplicados os conteúdos aprendidos ao longo da trajetória. Toda a trajetória seria construída por um con-

junto de ofertas de atividades (ações), cuja solução ser apoiada pelo acesso ao conteúdo teórico, quando isso for necessário. Sugere-se que essa formulação interessa em especial ao ensino de projeto aos estudantes de Engenharia, área na qual vão integrar conhecimentos teóricos e práticos.

Schank (2002) desenvolve a proposta de organização de cursos, tendo como ponto inicial a definição de objetivos bem claros, em todos os níveis (objetivos gerais para as grandes unidades e objetivos específicos para cada uma das seqüências de ações que compõem as unidades menores), devidamente identificados ao aluno. Essa busca de objetivos, bem como o planejamento do *design* do curso, seriam feitos a partir de entrevistas com os profissionais responsáveis pela atividade tratada no curso, de forma a obter deles uma descrição fiel das seqüências de ações relacionadas a cada objetivo de sua atividade. A escolha do modelo de Schank demonstra-se particularmente interessante por atender à possibilidade de montagem de projeto de pesquisa sobre ensino de Engenharia, uma vez que aponta na mesma direção indicada pelos professores da área, demandando um novo modelo pedagógico focalizado no aluno e na sua própria construção ativa de conhecimentos, tendo o professor como o mediador e organizador do acesso ao conteúdo e aos desafios. Seguindo-se a ideia do autor, no caso de utilização do modelo para o ensino de Engenharia, seriam realizadas entrevistas e acompanhamentos da prática de projetistas (professores de Engenharia), de áreas específicas, como forma de modelar os passos do processo de elaboração de projetos específicos, gerando uma ferramenta pedagógica capaz de apoiar o processo cognitivo dos alunos de projeto.

A vantagem do modelo é a apresentação de um modelo de aprendizagem baseado em uma proposta clara e precisa na estrutura do conjunto do curso através de seqüências das ações. No caso do ensino de Engenharia, essa seqüência de ações seria necessária à execução de projeto, podendo estar associada, em um determinado software, a bancos de casos e/ou outros módulos de materiais de apoio, planilhas, ferramentas de pesquisa e simulação de cenários. Viabiliza, assim, um instrumento que pode ser usado em experiências didático-pedagógicas, facilitando o monitoramento da implantação, segundo os moldes propostos por Schank, bem como a sua comparação com propostas de outros autores, ou mesmo com outros modelos de aprendizagem. Integra a vantagem preconizada para o ensino a distância, a capacidade para o auto-aprendizado com a flexibilidade das opções do aluno nas escolhas pelas fontes de pesquisa e constitui um modelo que pode integrar tecnologia educacional de ponta, na construção de um cenário de contexto didático-pedagógico, ao qual podem ser agregados os elementos de criatividade (vídeos, áudios, animações, etc.), excedentes ao conceito tradicional do ensino de Engenharia através do professor e do quadro-negro e desejáveis ao perfil do engenheiro do século XXI.

As idéias expressas por Naveiro (2001, p. 40)¹⁰ na descrição das operações cognitivas relacionadas ao ato de *projeção* encontram forte identidade no modelo de aprendizagem proposto por Schank, quanto à forma como se processa a aquisição e o

arquivamento da memória, no processo cognitivo do projetista, baseado em estruturas (blocos) que são adquiridas a partir do reconhecimento de arquivamentos anteriores, contextualizados (como casos semelhantes, por exemplo), cuja evocação é facilitada por elementos identificadores dos critérios da memorização (experiência prévia, forma semelhante ou outras formas de lembrança). Essa identidade foi considerada, neste trabalho, um elemento fortalecedor da idéia da propriedade de uso do modelo de Schank para a estruturação de cursos a distância, destinados a desenvolver estratégias para o ensino de projeto de Engenharia, o que será feito a seguir, como exercício de possibilidade.

Supondo que a idéia apresentada por Naveiro, relativa aos processos mentais envolvidos durante a progressão da realização de um projeto, fosse apropriada a partir do modelo *e-learning-by-doing*, temos que o objetivo geral da atividade seria a *elaboração de um projeto*, sendo definidas duas grandes ações: *reduzir o nível de incerteza e buscar soluções*, as quais, na eventualidade de implantação do modelo, certamente seriam mais especificadas e integradas a outras ações básicas. Cada uma delas contém uma seqüência de ações encadeadas, minuciosamente destinadas a contemplar todo o processo de elaboração do projeto (o objetivo definido). Supondo-se a implementação da idéia em ambiente virtual interativo, seriam desenvolvidas ações específicas para cada um dos itens, integradas em contexto destinado a simular a situação real de realização do projeto (como, por exemplo, a

10 Relembrando, resumidamente: "os blocos de informação são gradativamente sendo armazenados na memória de longa duração. Os blocos constituem-se na incorporação da percepção do problema [...], assim como da incorporação das decisões tomadas [...] Em seguida [...] busca de soluções, utilizando os mecanismos de decomposição e associação [...] o projetista procura, dentro da sua memória de longa duração, soluções que atendam à função exigida [...] recuperações de soluções adotadas em projetos anteriores."

identificação da empresa e de seus personagens e do caso proposto). A realização dessas ações estaria integrada a um conjunto de materiais didáticos de apoio, através de estratégias pedagógicas variadas (exposição, pesquisa, atividades práticas).

... apresentada uma seqüência possível e simplificada de ações encadeadas dentro das duas grandes ações propostas por Naveiro, apenas para efeitos de exemplificação. Casos práticos de projetos e suas especificações necessitariam ser definidos através de suas características e seqüências de ações específicas, inclusive para as diferentes áreas da Engenharia, o que poderia ser feito em plataforma de simulação de cenários para diferentes projetos. Plataforma com características semelhantes à idêntica, denominada MULTIMISE, já estando implementada pelos professores Bruno Debray e Philippe Davoine, da École des Mines de Saint Etienne, na França.

Um exemplo simplificado de estruturação de ambiente para elaboração de projeto (ampliado a partir das idéias gerais expostas por Naveiro, 2001):

Ação I não Reduzir o nível de incerteza do problema

Ações relativas à ação I:

A - Identificação do problema

Seqüência de ações necessárias à identificação do problema (alguns exemplos possíveis):

- entrevistar cliente,
- observar *in loco*.

B - Definição do problema:

- coletar informações existentes,
- definir informações necessárias,
- implementar estratégias para obter novas informações,

- estruturar coleta de dados,
- viabilizar registros de várias naturezas, gráficas, orais, etc., sobre as informações coletadas,
- elaborar planilhas de custos e prazos.

C - Incorporar decisões tomadas durante essa fase

- atualizar registros.

Objetivo da Ação I:

Ao término desta fase o projetista tem um entendimento global do problema, com seus requisitos e restrições bem definidas. (NAVEIRO, 2001).

Ação II não Buscar soluções

Ações relativas à ação II

- uso de mecanismos de decomposição e associação (NAVEIRO, 2001): explorar instrumentos necessários à implementação de possíveis soluções (ferramentas matemáticas; diferentes equipamentos/tecnologia diversas; bancos de dados/casos),
- operar cenários (simulações de possibilidades).

Objetivo da Ação II:

Isso equivale a dizer que o projetista procura, dentro da sua memória de longa duração (consolidada e apoiada através de registros, nota da autora), soluções que atendam à função exigida no projeto. (NAVEIRO, 2001).

6 Conclusões

Com base no conjunto de observações feitas ao longo deste artigo, sujeitas a um maior aprofundamento, sugere-se a viabilidade de utilização do modelo proposto por Schank como estrutura de suporte a um ambiente virtual destinado ao ensino-pela-prática, ou seqüências ordenadas de ações, relativas à atividade de elaboração de projeto, para ser usado como ferramenta pedagógica com estudantes de Engenharia. A idéia faz parte de pesquisa da autora, atual-

mente em andamento. Se implementada, deve compor um ambiente para ensino a distância, via Internet, integrada a um conjunto de recursos em hipermídia, além de ferramentas de comunicação síncrona e assíncrona, ferramentas de acesso gráfico, como *softwares* ou planilhas eletrônicas, dentro de um contexto estruturado para emular as condições reais de realização de projeto de Engenharia, devendo ser testada e validada junto a professores e alunos da área.

Sugere-se a oportunidade do uso de tecnologias educacionais, como a hipermídia e os ambientes virtuais para ensino a distância, para o apoio às pesquisas destinadas à viabilização do ensino e da aprendizagem e elaboração de projetos para estudantes de En-

genharia, atividade considerada capaz de integrar conhecimentos teóricos e práticos, bem como reproduzir, de maneira eficiente, a prática profissional. Uma das possibilidades de integração desses elementos, em ambiente capaz de reproduzir processos cognitivos exigidos pela atividade de *projeção*, bem como contextualizá-los de forma a emular situações práticas, através de roteiros didático-pedagógicos de atividades e de recursos de hipermídia, poderia ser o modelo *e-learning-by-doing*, proposto por Roger Schank. Tais recursos atendem à necessidade de agregação de elementos necessários à renovação do ensino de Engenharia, para atender às novas demandas propostas pelas exigências da própria profissão, do mercado e da maturidade da profissão, no século XXI.

Referências

- L...VY, P. **As Tecnologias da Inteligência**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993/94.
- NAVEIRO, R. M. Conceitos e Metodologias de Projeto. In: NAVEIRO, R.M. e OLIVEIRA, V.F. **O Projeto de Engenharia, Arquitetura e Desenho Industrial**. Juiz de Fora, MG: Ed. UFJF, 2001.
- OLIVEIRA, V. Os Aspectos Pedagógicos e a Dicotomia Teoria e Prática nos Cursos de Engenharia Civil. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 27. **Anais...** Ouro Preto, 2000.
- SCHANK, R. **Dynamic Memory revisited**. USA: Cambridge University Press., 1999.
- _____. **Designing world-class e-learning**. USA: McGraw-Hill, 2002.
- _____. **Every curriculum tells a story**. Disponível em: <<http://west.cmu.edu/education/SCC%20white%20paper.pdf>>. Acesso em: 06 de nov. 2002.
- SCHNAID, F.; BARBOSA, F. ; TIMM, M.I. O Perfil do Engenheiro ao Longo da História. In: COBENGE, 28. **Anais...** Porto Alegre: 2001.
- SCHNAID, F. ; M. ZARO; M. I. TIMM. Por que Introduzir, no Brasil, o Ensino a Distância nos Cursos de Graduação e Pós-graduação em Engenharia? In: COBENGE, 28. **Anais...** Porto Alegre: 2001.
- SCHNAID, F; ZARO, M.A.; TIMM, M.I. ; FERREIRA F, R. Multimídia e Ensino à Distância na Engenharia Civil na Disciplina de Investigação Geotécnica. In: COBENGE, 28. **Anais...** Porto Alegre, 2001.
- WULF, W. A., FISHER, M.C. **A Makeover for Engineering Education**, National Society for Professional Engineers. Disponível em: <<http://www.nspe.org/hp1-edreform.asp>>. Acesso em: 27 de set. 2002.

Maria Isabel Timm

Jornalista, especialista em Comunicação (PPGCOM/UFRGS), doutoranda em Informática na Educação (UFRGS), coordenadora operacional do Núcleo de Multimídia e Ensino a Distância da Escola de Engenharia/UFRGS.

E-mail: betatimm@ufrgs.br

URL: www.nmead.ufrgs.br

Fernando Schnaid

Engenheiro civil, mestre pela PUCRJ, PhD pela Universidade de Oxford (UK), pesquisador do CNPq, coordenador do Laboratório de Engenharia Geotécnica e Geoambiental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da UFRGS.

E-mail: fernando@ufrgs.br

URL: www.nmead.ufrgs.br/fernando

Maria Suzana Marc Amoretti

Professora, doutora em Linguística, Semiótica e Ciências Cognitivas (Universit  de Limoges/França), pesquisadora do CNPq e professora do Curso de Doutorado em Informática na Educa o da UFRGS

E-mail: suzana@pgie.ufrgs.br

URL: www.planeta.terra.com.br/educacao/suzana