



DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE UMA ALTERNATIVA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE ENGENHARIA DE TRANSPORTES

Márcia de Andrade Pereira
Antônio Nélon Rodrigues da Silva

Universidade de São Paulo
Escola de Engenharia de São Carlos – USP

RESUMO

Experiências constatadas em instituições educacionais de diferentes países vêm criando um estímulo para que diversas técnicas emergentes (como Algoritmos Genéticos, Redes Neurais Artificiais e outras) sejam incorporadas a disciplinas do curso de graduação em Engenharia Civil. Apesar da importância desta formação para que o futuro engenheiro se insira no mercado de trabalho globalizado e competitivo hoje existente, é preciso pensar neste conhecimento adicional sem comprometer o conteúdo tradicional das disciplinas. Isto será cuidadosamente avaliado na prática, no caso específico deste projeto, em que uma dessas técnicas será incorporada à disciplina que trata de Planejamento de Transportes, através de uma alternativa pedagógica que faz uso de uma abordagem de *b-learning* (ou *blended-learning*), fundamentada nos conceitos do construtivismo. Ao avaliar os resultados obtidos com a alternativa pedagógica proposta pretende-se não só ressaltar a importância de mudanças nos métodos de ensino, mas apontar caminhos para que estas ocorram da forma mais eficaz possível.

ABSTRACT

Experiences observed in educational institutions of different countries are creating a motivation for the introduction of several emerging techniques (such as Genetic Algorithms and Artificial Neural Networks, among others) into Civil Engineering undergraduate courses. Notwithstanding the importance that this background might have for the insertion of the future engineer in the currently globalized and competitive work market, the additional knowledge cannot come at the cost of traditional course contents. This will be carefully examined in practice in the specific case of this research project, in which one of these techniques will be introduced in a course dealing with Transportation Planning. The pedagogic alternative adopted will make use of a *b-learning* (blended learning) approach based on constructivist concepts. The analysis of the results obtained with the proposed pedagogic alternative shall not only stress the importance of changes on teaching methods but also indicate ways to have these changes done in the most effective way.

1. INTRODUÇÃO

Até recentemente era possível a formação de engenheiros para atuarem em um mercado relativamente pouco dinâmico, com base em tecnologias que se mantinham em uso por um longo tempo. Hoje, o mercado de trabalho globalizado é extremamente competitivo e as tecnologias têm vida útil cada vez mais curta (Linsingen *et al.*, 1999). Assim, formar um engenheiro com perfil adequado aos novos tempos significa, antes de tudo, dar-lhe condições para perceber as mudanças e estruturar-se rapidamente numa nova abordagem do processo de ensino-aprendizagem.

Diversos autores têm pesquisado o perfil mais adequado para os novos profissionais da área: Boaretto Jr. (1996), Kuri (1998), Linsingen *et al.* (1999), Nakao (2000), entre outros. Esses autores afirmam que, para estar apto a enfrentar os desafios do novo cenário mundial, o engenheiro precisa de um sólido conhecimento dos princípios fundamentais da Engenharia Civil e do domínio de estratégias aprimoradas para resolução de problemas complexos e não-lineares, para os quais técnicas estatísticas tradicionais podem não apresentar um bom desempenho. Por esse motivo, as aplicações de diversas técnicas emergentes (tais como Algoritmos Genéticos, Lógica Fuzzy, Redes Neurais Artificiais e outras) na área da Engenharia Civil em geral, e de Transportes, em particular, crescem cada vez mais. No caso particular das Redes Neurais Artificiais (ou RNAs), por exemplo, algumas recentes aplicações



específicas na área de planejamento de transportes podem ser encontradas nos trabalhos realizados por Ledoux (1997), Le e Young (1998a e 1998b), Jianzhong e Saito (1998), Dia e Rose (1998), Wermersch e Kawamoto (1999), Rodrigues (2000), Dantas *et al.* (2001), Dia (2001), entre outros. Assim, mesmo que através de uma avaliação somente quantitativa poder-se-ia perceber que as Redes Neurais Artificiais têm se destacado como uma ferramenta de suporte para solução de problemas complexos nas diferentes vertentes da Engenharia, inclusive na de Transportes.

Nesse sentido, algumas instituições educacionais de diferentes países vêm modificando os métodos de ensino em seus programas de graduação em Engenharia Civil à medida que incorporam novas técnicas em seus sistemas educacionais. É o caso da *Bogazici Universitesi* e da *Kansas State University*, que introduziram aplicações de lógica *fuzzy* e redes neurais em algumas de suas disciplinas. Os resultados dessas experiências vêm criando, de certa forma, um estímulo para que uma ou mais dessas técnicas emergentes venham a ser incorporadas aos cursos de Planejamento de Transportes, sem comprometer os conteúdos tradicionais das disciplinas, com o objetivo de fornecer ao aluno que se forma uma visão mais atualizada e abrangente dos recursos de que pode dispor em sua futura atividade profissional.

2. RELEVÂNCIA E OBJETIVO DA PESQUISA

A carência de pesquisas ligadas à área do ensino de engenharia de transportes no Brasil pode ser atestada pelo baixo número de publicações sobre o tema junto à Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes – ANPET. Esse representa menos de 2 % dos trabalhos publicados nos anais de congressos e revistas da Associação no período de 1987 a 2002. Esta carência é hoje uma das principais motivações para o desenvolvimento de pesquisas voltadas ao ensino na área de Engenharia de Transportes, razão pela qual propostas de trabalho como esta representam importantes aportes ao tema.

Diante disto, o objetivo principal desta pesquisa é desenvolver e avaliar uma alternativa pedagógica, fundamentada nos conceitos do construtivismo, testada a partir da introdução de uma técnica emergente (neste caso específico, as Redes Neurais Artificiais) na disciplina que trata de Planejamento de Transportes em um curso de graduação em Engenharia Civil, fazendo uso de recursos computacionais inovadores.

3. PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM

Para entender melhor o papel que novas tecnologias podem desempenhar no processo de ensino-aprendizagem, é fundamental entender como este ocorre, tanto na abordagem tradicional como nas propostas mais inovadoras. Na abordagem tradicional o ensino é centrado no professor, que apresenta o conteúdo pronto e o aluno se limita, passivamente, a escutá-lo. Embora ainda muito utilizado no ensino de engenharia, a aplicação única desse modelo torna o processo de ensino-aprendizagem pouco eficaz. No novo paradigma, que é também a proposta desta pesquisa, o aluno sai da posição passiva e toma uma posição ativa. O educador, por sua vez, deixará de ser o "provedor" da informação e do conhecimento e passará ao papel de "facilitador" da aprendizagem. A base para este novo paradigma está justamente nas idéias construtivistas do pesquisador Jean Piaget. O princípio pedagógico defendido por Piaget e utilizado nesta pesquisa é o de que ensinar é ajudar o aluno a aprender um determinado conhecimento por meio do ensino centrado no aluno (Barros, 1996).



Nesse contexto, dentre as principais metas deste novo paradigma estão: o estabelecimento de aulas mais dinâmicas, o incentivo de uma atitude ativa por parte dos alunos e a substituição do ensinar pelo aprender. Segundo Ferreira (1999), pode-se concluir que a mera revisão de conteúdos parece insuficiente para garantir a preparação adequada do futuro engenheiro; torna-se necessário uma reformulação no processo de ensino-aprendizagem. Os cursos de Engenharia Civil das universidades brasileiras devem ser reformulados, não necessariamente como ocorrem nos países de primeiro mundo, como visto no trabalho de Salum e Guimarães (1996), mas pelo menos para prepararem os recém profissionais da engenharia com o perfil que a sociedade cobra: um profissional pró-ativo, inovador e hábil nos conhecimentos oferecidos pelas novas técnicas que aprimoram a resolução de problemas.

4. METODOLOGIA

A metodologia proposta para o desenvolvimento deste trabalho parte da premissa básica de que os alunos dos cursos de graduação em Engenharia devem entrar em contato com novas formas de ensino-aprendizagem. A estratégia a ser adotada para avaliar se a alternativa pedagógica apresentada é capaz de absorver novos tópicos sem comprometer o conteúdo programático tradicional é a inserção de uma técnica emergente que venha sendo muito utilizada principalmente na área de planejamento de transportes. Uma forte candidata para este fim é a técnica de Redes Neurais Artificiais (RNAS), pois além de seu uso intenso na área de planejamento e operação de transportes, fato que pode ser constatado pelo grande número de trabalhos desenvolvidos e publicados em veículos de grande penetração na área, ela se adequa a uma gama de aplicações bastante variada. Do ponto de vista pedagógico, o modelo adotado neste caso para o desenvolvimento de abordagens instrucionais complementares à forma tradicional será o Ciclo de Aprendizagem de Kolb (1984). Ele fornece uma boa estrutura para o planejamento da aprendizagem e, nesse sentido, é sugerido como uma estratégia alternativa, embora já utilizada no ensino de engenharia.

Nesta pesquisa utilizar-se-á um processo interativo de ensino-aprendizagem baseado em uma abordagem de *b-learning* (ou *blended-learning*), que será administrado através de um sistema de gerência de cursos a distância. Segundo Keegan *et al.* (2002), através deste ambiente virtual de aprendizagem, além das funções de gerência dos cursos, o seu conteúdo pode estar permanentemente disponível *on line* para os alunos. Dentre os diversos ambientes virtuais de aprendizagem hoje existentes, será utilizado nesta pesquisa o sistema canadense para gerenciamento de cursos a distância denominado *WebCT*. Com base nesta plataforma pretende-se desenvolver um ambiente de aprendizagem com caráter semipresencial, de forma a aplicar os recursos tecnológicos auxiliares ao processo pedagógico no novo paradigma de ensino-aprendizagem. A pesquisa será desenvolvida na disciplina que trata de Planejamento e Análise de Sistemas de Transportes, parte integrante do curso de graduação em Engenharia Civil, que permanecerá com a mesma carga de aulas presenciais e, em paralelo, atividades realizadas a distância, fazendo-se uso do ambiente virtual de aprendizagem.

Pretende-se, através de instrumentos de avaliação adequados e dos relatórios fornecidos pelo sistema de gerenciamento de curso a distância, identificar e quantificar os benefícios e dificuldades encontrados pelos alunos, alterações em seu nível de motivação, aumento ou não do interesse pelo conteúdo do curso, pela técnica incorporada e até mesmo por ferramentas tecnológicas aplicadas ao ensino. Neste sentido, pretende-se ressaltar não só a importância de mudanças nos métodos de ensino de maneira geral, e em particular na graduação em



Engenharia Civil, mas apontar caminhos para que estas mudanças ocorram da forma mais eficaz possível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, C.S.G. (1996) *Psicologia e Construtivismo*. Série Educação – Editora Atira, São Paulo.
- BOARETTO JR., H. (1996) *Ensino Apoiado por Computador Aplicado a Ferramentas Gráficas Gerenciais*. São Carlos. p. 159. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- DANTAS, A.; YAMAMOTO, K.; LAMAR, M.V. e YAMASHITA, Y. (2001) Modeling and Forecasting Travel Demand in an Urban Area: a Neural Geo-temporal Approach. *Journal of Eastern Asia Society for Transportation Studies*, v. 4, n. 2, p. 261-275.
- DIA, H. (2001) An Object Oriented Neural Network Approach to Short-Term Traffic Forecasting. *Special Issue of the European Journal of the Operations Research*, v. 132/2.
- DIA, H. e ROSE, G. (1998) Development and Evaluation of Neural Network Freeway Incident Detection Models Using Field Data. *Transportation Research C*, v. 5, n. 5, p. 313-331.
- EIDSON, W.C. e BULLOCK, D.M. (2001) Emerging Education Opportunities in Civil Infrastructure. *Transportation Research Board*. CD-ROM.
- FERREIRA, M.A.G.V. (1999) O Ensino de Engenharia, os Novos Paradigmas de Aprendizagem e a Internet. In: *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, XXVII Cobenge*, Natal, Rio Grande do Norte.
- JIANZHONG, F. e SAITO, M. (1998) *Application of Artificial Neural Network for Level of Service Analysis of Signalized Intersection*. Disponível em: <<http://www.its.uci.edu/whatsnew/sess98.html>>. Acesso em 9 de abr.de 2003.
- KEEGAN, D. et al. (2002) *O Papel dos Sistemas de Gestão da Aprendizagem na Europa*, p. 277. Lisboa, Portugal.
- KOLB, D.A. (1984) *Experimental Learning: Experience as a Source of Learning and Development*, Prentice-Hall, New Jersey.
- KURI, N.P. (1998) Kolb's Learning Cycle: An Alternative Strategy for Engineering Education. In: *ICEE 98 - International Conference on Engineering Education*, Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LE, H.H. e YOUNG, W. (1998a) Modelling Shopping Centers Traffic Movement (1): Model Validation. *Transportation Planning And Technology*, v. 21, p. 203-233.
- LE, H.H. e YOUNG, W. (1998b) Modelling Shopping Centers Traffic Movement (2): Model Application. *Transportation Planning And Technology*, v. 21, p. 309-321.
- LEDOUX, C. (1997). An Urban Traffic Flow Model Integrating Neural Networks. In: *Transportation Research Part C*, v. 5, n. 5, p. 287-300
- LINSINGEN, I. von; PEREIRA, L.T.V.; CABRAL, C.G. e BAZZO, W.A. (1999) org. *Formação do Engenheiro: Desafios da Atuação Docente, Tendências Curriculares e Questões Contemporâneas da Educação Tecnológica*. Editora da UFSC, Florianópolis, Santa Catarina.
- NAKAO, O.S. (2000) *Aperfeiçoamento Didático de um Curso de Mecânica das Estruturas*. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- RODRIGUES, F.A.B.R. (2000) *A Neural Network for Shortest Path Computation*. Disponível em: <<http://citeseer.nj.nec.com/320677.html>> . Acesso em: 9 de abr. de 2003.
- SALUM, M.J.G. e GUIMARÃES, H.A. (1996) A Diversificação na Formação do Engenheiro – Uma Realidade ou Necessidade? In: *Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, XXIV Cobenge*, Manaus, Amazonas.
- WERMERSCH, F.G. e KAWAMOTO, E. (1999) Uso de Redes Neurais Artificiais para Caracterização do Comportamento de Escolha do Modo de Viagem. In: *Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, XIII Anpet – Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes*, São Carlos, São Paulo.

Endereço dos autores:

Márcia de Andrade Pereira, Pesquisadora
(mpereira@sc.usp.br)

Antônio Nelson Rodrigues da Silva, Professor Associado
(anelson@sc.usp.br)

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de São Carlos
Departamento de Transportes
Av. Trabalhador São-carlense, 400 – Centro
13566-590, São Carlos - SP, Brasil
Fone: +55 16 2739595 Fax: +55 16 2739602