

DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM EM ENGENHARIA

Carmem Lúcia Graboski da Gama^a
Sérgio Scheer^b
Marcelo Corrêa Santos^c

RESUMO

A divulgação de um sistema de apoio ao ensino e à aprendizagem de conceitos matemáticos para cursos de engenharia e áreas afins com auxílio computacional propicia uma análise da integração entre educação matemática, informática e o ensino de engenharia. A partir dos conceitos de objetos educacionais foram construídos: o repositório NuMeLOs de objetos educacionais na forma de *applets* voltados para conteúdo específico da matemática, que utiliza métodos numéricos para solucionar problemas de engenharia, e o repositório OE3, com o desenvolvimento de objetos educacionais para engenharia de estruturas. Uma das preocupações naturais é a de disponibilizar esses recursos computacionais na forma de objetos com adequação e qualidade do ponto de vista de aspectos de *software*, educação e matemática. Nesse sentido, relata-se o processo de construção desses repositórios de objetos educacionais voltados à engenharia de estruturas e aos métodos numérico-computacionais, seguindo um conjunto de características aderentes aos aspectos mencionados.

Palavras-chave: Repositório. Objetos Educacionais. Métodos Numéricos. Educação de Engenharia.

ABSTRACT

The dissemination of a support system (repository) for teaching and learning mathematical concepts in engineering courses and related areas with the use of computational technology is the main objective. It intends to analyze the integration among mathematical education, computer science and engineering teaching and learning strategies. From the educational objects concepts was built an object repository named NuMeLOs with applets for a specific content of Mathematics, related to numerical methods. It is used to help solving engineering problems, and the repository OE3 with the development learning objects for structural engineering. One of the main concerns is to provide these objects with intrinsic adaptability and quality regarding software, pedagogical and mathematical aspects. This paper describes the process concerning structural engineering and numerical methods as well as educational objects repositories that are based on a set of object features related to these issues.

Key words: Repository. Learning objects. Numerical methods. Engineering education.

^a Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Centro Politécnico - Bloco LAME/CESEC, Jd das Américas, Curitiba - PR, Fone (041) 3361-3218. E-mail: carmem.gama@uol.com.br

^b Professor Adjunto, Doutor, do Departamento de Construção Civil e pesquisador no Centro de Estudos de Engenharia Civil, Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Centro Politécnico - Bloco LAME/CESEC, Jd das Américas, Curitiba - PR, Fone (041) 3361-3218. E-mail: scheer@ufpr.br

^c Graduando, Matemática Industrial, Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Centro Politécnico - Bloco LAME/CESEC, Jd das Américas, Curitiba - PR, Fone (041) 3361-3218. E-mail: marcelomatind@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

As exigências impostas ao ser humano e à sociedade pelo processo de desenvolvimento tecnológico determinam a necessidade de desenvolver ferramentas educacionais hipermediáticas que auxiliem o professor no processo de ensino e aprendizagem. Desse modo, relata-se uma experiência de desenvolvimento de ferramentas que buscam tornar a aprendizagem mais fácil, eficiente, divertida e prazerosa.

Para o desenvolvimento de um repositório aberto de objetos educacionais é notório o potencial da World Wide Web (Web) como ferramenta de apoio à comunicação, interação, colaboração e gerenciamento de cursos e conteúdos. O crescente número de usuários que “navegam” na internet se contrapõe à carência de *softwares* dedicados ao processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos em níveis mais avançados de conhecimento.

Muitos dos problemas empresariais e de engenharia podem ser resolvidos utilizando-se técnicas matemáticas. Os métodos numéricos, que se aplicam a solucionar problemas de engenharia e são oriundos de conceitos matemáticos avançados, envolvem várias áreas, como da matemática, análise numérica, pesquisa operacional, estatística e, propriamente, as diferentes áreas de engenharia. O domínio das técnicas resultantes pelo aluno proporciona um diferencial em relação aos colegas e ao mercado de trabalho.

Com o intuito de dar acesso a ferramentas computacionais educacionais e divulgar essas técnicas, foram desenvolvidos os projetos NuMeLOs (*Numerical Methods Learning Objects*) <http://www.cesec.ufpr.br/etools/numelos> e OE3 (*Objetos Educacionais para Engenharia de Estruturas*) <http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3>. Esses esforços visam ao enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos avançados para o ensino de engenharia de estruturas e áreas afins, com a geração de objetos educacionais ou de aprendizagem. Esses componentes educacionais buscam facilitar a compreensão de técnicas usadas para resolução de problemas de engenharia, dando a possibilidade de verificar gráfica e inte-

rativamente o desenvolvimento da solução, entendendo passo a passo diversos tipos de métodos numéricos encontrados na literatura. Para organizar o esforço e dar abertura para outros colaboradores foram desenvolvidos repositórios abertos de coleta, armazenamento, catalogação e recuperação de objetos no tema de cada projeto. O projeto NuMeLOs e o OE3. Além disso, informações adicionais são colocadas em alguns objetos nos repositórios, o que permite o desenvolvimento de sistemas de ensino e aprendizagem mais complexos e capazes de prover aos estudantes o conhecimento em qualquer momento e em qualquer lugar.

OBJETOS EDUCACIONAIS

O computador tem grande destaque como instrumento para a construção e desenvolvimento de conceitos científicos. Surgem, então, possibilidades de configurações no processo de ensino e aprendizagem, como o desenvolvimento de objetos educacionais que podem ser criados e utilizados em qualquer formato, por exemplo: com um applet Java (JAVAWORLD, 2004), exemplificado na Figura 1.

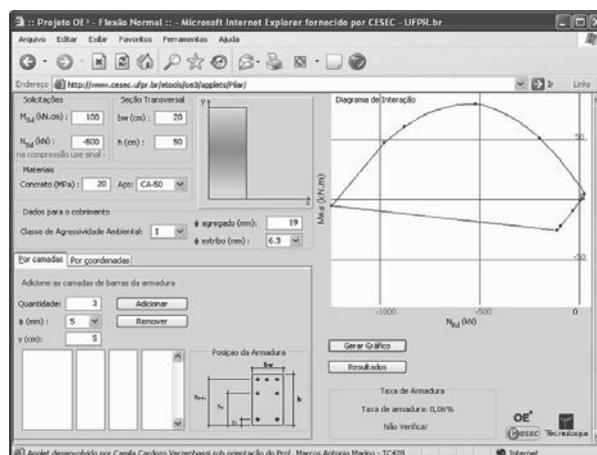


Figura 1 – Applet para a flexão de peças de concreto armado

Aplicativos em Macromedia Flash desenvolvidos em linguagem própria (ActionScript) (YNEMINE, 2002), exemplificados na Figura 2, e a animação, exemplificada na Figura 3, são outros exemplos de objetos de aprendizagem.

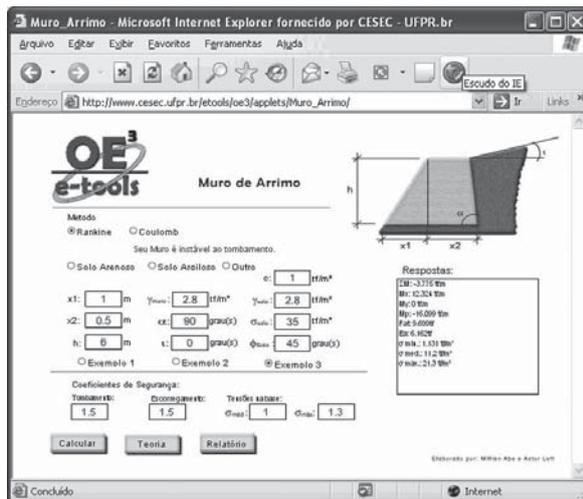


Figura 2 – Muro de arrimo

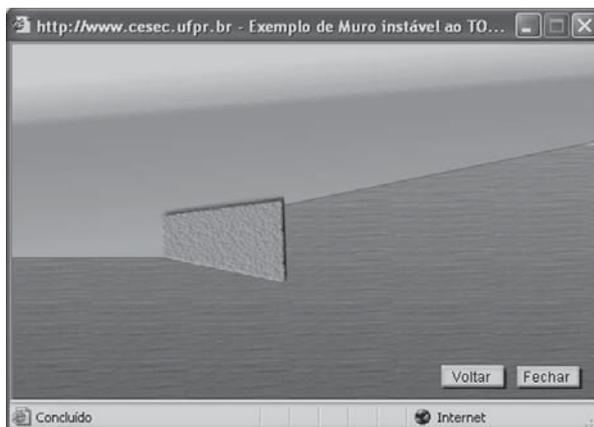


Figura 3 – Animação do muro de arrimo

Também trechos de vídeo ou áudio em formatos diversos e apresentações PowerPoint podem ser entendidas como objetos educacionais. Em um senso amplo, qualquer conjunto de gráficos e imagens combinadas com textos e mais algum elemento (hipertexto/hipermídia) que possam causar uma reflexão no usuário podem ser considerados objeto educacional.

Portanto objetos educacionais são um tipo de *software*; têm características específicas importantes a salientar, como a reusabilidade (reutilizável diversas vezes em diversos ambientes de aprendizagem). Exemplos de reusabilidade de objetos estão nas figuras 2 e 5 e nas figuras 3 e 6, que mostram suas respectivas animações em Macromedia Flash. Outras características importantes são: acessibilidade (que se dá quando é possível acessar um objeto de um lugar remoto e usá-lo em outros locais), granularidade (conteúdo disponível em partes

íntegras que permitem e facilitam sua reusabilidade), durabilidade (como a possibilidade de utilizar um objeto educacional, sem reprojeção ou recodificação, mesmo quando a base tecnológica muda) e descrição por metadados (termo genérico usado para identificar características comuns entre diferentes documentos, como título, autor, data, assunto, o que facilita o sistema de busca) (SCHEER; GAMA, 2004).

A descrição por metadados é parte de diversas propostas de padronização para descrição dos objetos educacionais, como o LOM (Learning Object Metadata) do Learning Technology Standart Committee do Institute of Electrical and Electronic Engineers, IEEE/LTSC e o SCORM da Advanced Distributed Learning (ADL) (SCHEER et al., 2004). Por exemplo, uma descrição como a usada no LOM do IEEE/LTSC tem nove categorias de informações a serem fornecidas a quem possa interessar, divididas em nove campos, com cerca de 43 itens: geral: identificador, título; ciclo de vida: versão, data; metadados: identificador, catálogo, linguagem; técnico: formato, tamanho; pedagógico: tipo e nível de interatividade; direitos: custo; relação: tipo, recursos; comentários: autor, data; e, classificação: objetivo, classificação das referências.

Com base nas descrições padronizadas, as informações sobre os objetos educacionais podem ser armazenadas em banco de dados conhecidos como repositórios, os quais asseguram que o usuário possa encontrar com rapidez as referências descritas sobre os conteúdos padronizados em si e informações sobre uso, qualidade e acessibilidade.

REPOSITÓRIOS

Para a construção do ambiente para cada repositório foi necessário, em primeiro lugar, considerar a estrutura e funcionalidades desejadas para determinar o tipo de sistema operacional, as linguagens de programação e *software* de apoio, compondo uma base para o portal, devendo levar em consideração alguns aspectos técnicos.

O sistema escolhido para o servidor foi o Linux, que, dentre tantas vantagens, apresenta a economia de recursos financeiros, posto que é plataforma de *software* livre e tem grande eficiência na conectividade em rede.

A linguagem de programação básica escolhida para o desenvolvimento do portal foi a PHP (Personal Home Page, 2004), por ser uma lin-

guagem rápida voltada para a internet, eficiente na geração de páginas HTML dinamicamente. A PHP possui acesso a diversos sistemas de bancos de dados a partir da linguagem SQL (Structured Query Language) (W3SCHOOLS, 2003), como, por exemplo, o MySQL (MySQL, 2003). Este sistema é capaz de processar e gerenciar grande quantidade de informações, suficientes para o conteúdo do portal pretendido. É *software* gratuito e de código aberto, sendo um sistema de banco de dados “multiencadeado” (*multithread*): o programa cria um encadeamento para cada cliente que estabelece uma conexão com o servidor. Além disso, interfere na plataforma que o usuário utiliza. Outra vantagem está na segurança e sua confiabilidade.

PROJETOS OE3 E NUMELOS

Na Universidade Federal do Paraná (UFPR), junto ao Centro de Estudos de Engenharia Civil (CESEC) desde 1986 vários trabalhos têm sido realizados visando ao apoio ao ensino e aprendizagem de conceitos matemáticos para a engenharias e áreas afins. No contexto de objetos educacionais e foco na Internet/WWW vale destacar os projetos: e-Tools (<http://www.cesec.ufpr.br/etools>), que, iniciado informalmente no ano de 1999, busca a cooperação para o desenvolvimento de objetos educacionais na área de engenharia de estruturas e mecânica computacional; OE³, encontrado no endereço <http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3> e Figura 4, que contém dezenas de objetos educacionais destinados ao ensino e aprendizagem em engenharia de estruturas.

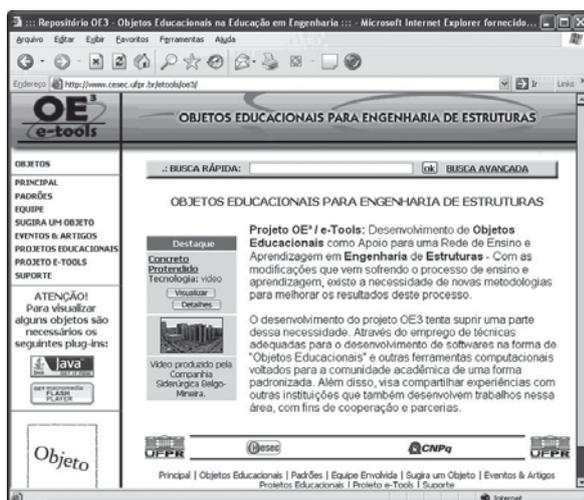


Figura 4 – Repositório OE3

Outros objetos de aprendizagem construídos no projeto OE3 a partir do uso de um conjunto de ferramentas, como linguagens Java, JavaScript e ActionScript, com mecanismos de diálogo, gráficos, simulação numérica e animações em Flash, podem ser observados no *site*, por exemplo o aplicativo de cálculo de barragens na Figura 5 (tela de interação/dados) e a animação na Figura 6.

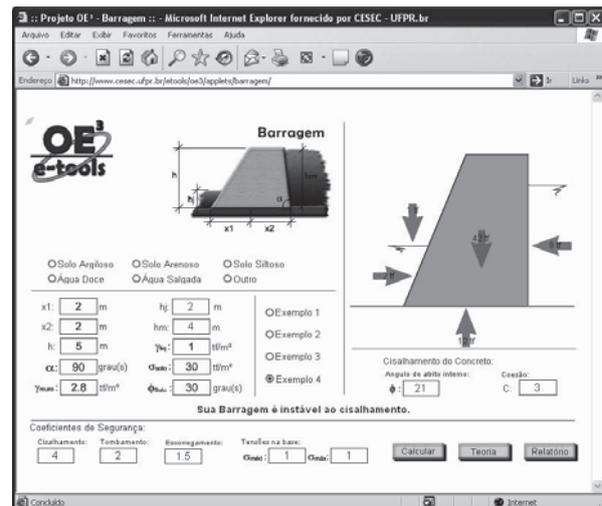


Figura 5 – Objeto educacional barragem



Figura 6 – Animação da barragem

Já o desenvolvimento do projeto NuMeLOs tenta suprir uma parte da necessidade de programas educacionais voltados à área de métodos numéricos aplicados a problemas de engenharia, com o emprego de técnicas adequadas para o desenvolvimento de *softwares* na forma de “objetos educacionais” e outras ferramentas computacionais voltados para a comunidade acadêmica de uma forma padronizada. Além disso, visa compartilhar experiências com outras instituições que também desenvolvem trabalhos nessa área,

com fins de cooperação e parcerias. A Figura 4 ilustra o projeto NuMeLOs como encontrado em <http://www.cesec.ufpr.br/etools/numelos>.

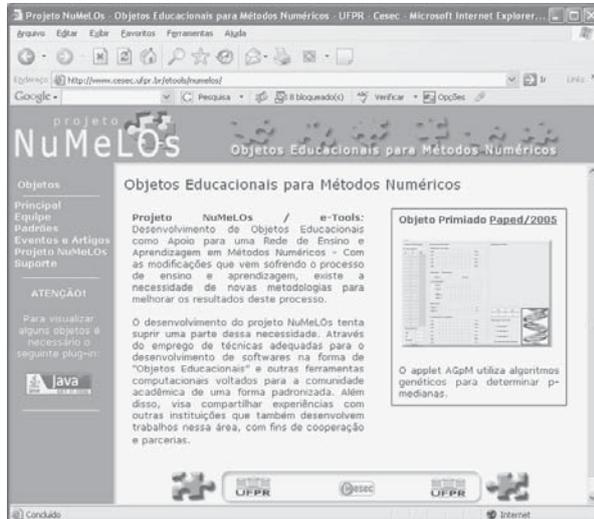


Figura 7 – Repositório NuMeLOs

Um exemplo de objeto é o “Zeros de função” (Fig. 5), utilizado para determinar zeros de funções reais utilizando os métodos da secante e da bissecção.

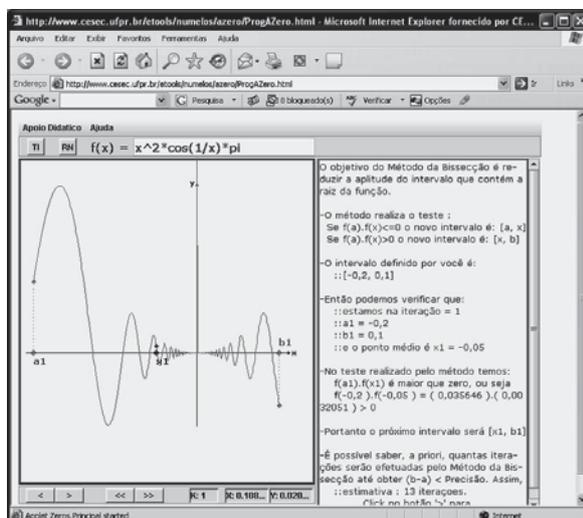


Figura 8 – Zeros de função

Uma das ações de interesse é verificar a possibilidade de essa tecnologia educacional ser útil aos professores em suas atividades cotidianas, seja como instrumento de comunicação didática, seja como gerador de novos conhecimentos e metodologias, como elemento auxiliar nas atividades docentes que permita encontrar uma maneira segura e correta de avaliar o cenário.

OBJETOS EDUCACIONAIS NUMÉRICOS

Os aqui chamados “objetos educacionais numéricos” na forma dos chamados *applets*, além das características apontadas, devem possuir uma série de características, como serem de fácil utilização e compreensão e possuir aspectos motivacionais e atrativos, bem como possuir, principalmente, cálculos com alto grau de exatidão e, finalmente, permitir a verificação do grau de compreensão do usuário.

Entretanto a avaliação suscita enormes desafios aos professores e pesquisadores (GAMA; SCHEER, 2005). Um dos maiores desafios é saber se um *software* numérico ou um objeto informatizado neste tema e utilizado para fins educacionais é eficaz, realiza cálculos fidedignos e tem os quesitos básicos de qualidade para ensino e aprendizagem. A questão é polêmica porque as pesquisas sobre avaliação de *softwares* demonstram a carência de conhecimentos, modelos e metodologias nesses enfoques.

Quando se trata de cálculos matemáticos realizados pelo computador, é possível verificar o quanto é complicado fazer com que estes cálculos realmente tenham um alto grau de confiabilidade. Existem vários fatores que os programadores devem conhecer para evitar problemas de precisão e desempenho no programa desenvolvido, como, por exemplo, entender como na memória do computador cada número é armazenado e utilizado nos cálculos que serão realizados (inteiros e reais: bit de sinal, modelos de representação dos números: o ponto fixo e o ponto flutuante).

A simples utilização do repositório, assim como a utilização e reutilização dos objetos, não assegura, por si só, melhoria na qualidade de ensino, que depende de muitos fatores, entre os quais a qualidade desses objetos educacionais.

Diante dessa incerteza quanto à eficácia e à qualidade dos objetos desenvolvidos nos projetos, é necessário identificar e definir os objetivos e critérios de construção desses objetos que levem em consideração a sua atual “fisionomia” e, principalmente, suas principais aplicações.

Para adequar a qualidade dos objetos educacionais especificamente numéricos devem ser verificadas, dentre outras, as seguintes características:

- inexistência de erros lógicos e operacionais;
- quantidade finita de cálculos;

- critério de exatidão;
- os limites do erro devem convergir a zero;
- eficiência.

Assim, uma preocupação da equipe é desenvolver objetos educacionais com qualidade para disponibilizar na rede e que possam ser um diferencial na aprendizagem de conteúdos matemáticos de dezenas de estudantes ligados à área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de um ambiente virtual para servir como um repositório de objetos educacionais com a possibilidade de reúso, desenvolvido para resolver, por meio dos métodos numéricos, os problemas de engenharia, certamente contribuirá para o enriquecimento pedagógico de seus usuários. Uma das preocupações da equipe é a garantia da acessibilidade e da interoperabilidade dos objetos educacionais, com independência de plataforma e durabilidade, como também a eficácia nos cálculos necessários.

Na ótica do desenvolvimento de *software*, o uso de ferramentas de *software* livre e aberto, desenvolvidas em instituições acadêmicas ou não, também deve ser destacado. O caráter de aplicação aberta, de domínio público, livre de custos ao usuário final (professores e alunos, profissionais de áreas afim), como objetos reutilizáveis para aplicação em ensino, aprendizagem e atividades profissionais, confere grande valia aos resultados.

Outra proposta do projeto, está no fato de dispor objetos educacionais para uso pedagógico, com a preocupação de sua qualidade, tanto ergonômica (usabilidade) para manter a funcionalidade do sistema e sua satisfação, como pedagógica, para enriquecimento educacional e tentativa de uma aprendizagem eficiente. O uso de um *software* ou *applet* de baixa qualidade pode afetar, de maneira desfavorável, a aprendizagem.

Esta proposta de desenvolver objetos educacionais livres e com qualidade implica um trabalho de pessoas de livre pensamento, criativas e com a finalidade de melhorias no processo ensino e aprendizagem dos futuros engenheiros.

REFERÊNCIAS

GAMA, C. L. G. Contribuições para formulação de um método para avaliação de objetos educacionais para métodos numéricos. Proposta de Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2005.

GAMA, C. L. G.; SCHEER, S. Avaliação de objetos educacionais para a educação a distância de engenharia: reúso e avaliação. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA, 12, Florianópolis. *Anais eletrônicos*. São Paulo: Associação Brasileira de Educação a Distância – ABED, 2005. 10p. Disponível em <http://www.abed.org.br/congresso2005>. Acesso em: maio 2006.

IEEE LEARNING TECHNOLOGY STANDARDS COMMITTEE (IEEE/LTSC). *IEEE Standard for Learning Object Metadata*. Disponível em: <http://ltsc.ieee.org/wg12/>. Acesso em: mar. 2004.

JAVAWORLD. *Make Java Fast*. Disponível em: <http://www.javaworld.com>. Acesso em: mar. 2004.

MySQL Disponível em: <http://www.mysql.com/>. Acesso em: out. 2003.

PHP. *Personal Home Page (PHP)*. Disponível em: <http://www.php.net>. Acesso em: mar. 2004.

ROCHA, A. R. C.; MALDONADO, J. C.; WEBER, K. C. *Qualidade de software: teoria e prática*. São Paulo: Prentice Hall, 2001.

ROCHA, E. G. Desenvolvimento em Java™ com visual J++™. Rio de Janeiro: Brasport, 1997.

SCHEER, S.; GAMA, C. L. G. da. Developing learning objects for a structural engineering educational network. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTING IN CIVIL AND BUILDING ENGINEERING, 10, Weimar. *Anais*. Weimar: Bauhaus-Universität Weimar, 2004. 10p.

SCHEER, S. et al. Objetos educacionais como apoio para uma rede de ensino e aprendizagem em engenharia de estruturas. In: WORLD CONGRESS ON ENGINEERING AND TECHNOLOGY EDUCATION, 2004, Santos. *Anais...* (CD-ROM). Santos: COPEC, 2004. p. 1191-1195.

WILEY, D. A. *Connecting learning objects to instructional design theory: a definition a metaphor, and a taxonomy*. 2001. Disponível em: <http://reusability.org/read/chapters>. Acesso em: dez. 2005.

YNIMINE, Silvana. *Flash MX*. Visual Books, 2002.

W3SCHOOLS. *Structured query language (SQL)*. Disponível em: <http://www.w3schools.com/sql/>. Acesso em: out. 2003.

DADOS DOS AUTORES



Carmem Lúcia Graboski da Gama

Bacharel e Licenciada em matemática pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (1989); especialista em Didática do Ensino Superior pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (1991); mestra em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná (1999); doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia da Universidade Federal do Paraná (2006). Professora de Cálculo, Geometria Analítica e Álgebra para cursos de Engenharia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Áreas de interesse: educação de matemática para engenharia, educação à distância, tecnologias educacionais.



Sergio Scheer

Engenheiro civil pela Universidade Federal do Paraná (1980); mestre em Estruturas pela UFRGS (1982); Doutor em Computação Gráfica pela PUC/RJ (1993). Professor do Departamento de Construção Civil da UFPR desde 1981. Participa da Comissão de Informática da UFPR (1989-2000 e de 2003-atual) e foi diretor do Centro de Computação Eletrônica (1994-1998). Coordenou o Ponto-de-Presença da Rede Nacional de Pesquisa (RNP) no Paraná de 1994 a 2000. Atualmente (1983-1994 e a partir de 1998) é diretor do Centro de Estudos de Engenharia Civil (CESEC) da UFPR e atua nos programas de pós-graduação: Métodos Numéricos em Engenharia e Construção Civil. Áreas de interesse: educação de engenharia, educação a distância, tecnologias educacionais, ambientes colaborativos (em educação e projetos), computação gráfica e aplicações, tecnologia da informação e comunicação na construção civil.



Marcelo Corrêa Santos

Graduando em Matemática Industrial na Universidade Federal do Paraná (2006). Estagiando pelo Programa de Iniciação Científica (UFPR - IC/PIBIC/CNPq) no Centro de Estudos de Engenharia Civil. Áreas de interesse: programação matemática, tecnologias educacionais, engenharia de *software*.