



Anais do XXXIV COBENGE. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, Setembro de 2006.
ISBN 85-7515-371-4

DESENVOLVIMENTO DE OBJETOS EDUCACIONAIS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE MÉTODOS NUMÉRICOS EM ENGENHARIA

Carmem Lúcia Graboski da Gama – carmem.gama@uol.com.br

Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia - PPGMNE

Universidade Federal do Paraná

Centro Politécnico – Caixa Postal 19011 – Jardim das Américas

81531-980 – Curitiba – PR

Sergio Scheer – scheer@ufpr.br

Centro de Estudos de Engenharia Civil “Professor Inaldo Ayres Vieira” – CESEC e

Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia - PPGMNE

Universidade Federal do Paraná

Centro Politécnico – Caixa Postal 19011 – Jardim das Américas

81531-980 – Curitiba - PR

Marcelo Corrêa Santos - marcelomatind@yahoo.com.br

Universidade Federal do Paraná

Centro Politécnico – Caixa Postal 19011 – Jardim das Américas

81531-980 – Curitiba - PR

Resumo: *O objetivo do trabalho relatado neste artigo é 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, propiciando uma análise da integração entre educação matemática, informática e o ensino de engenharia. A partir dos conceitos de objetos educacionais e da utilização de uma descrição padrão em metadados foi construído um repositório de objetos educacionais na forma de ‘applets’ voltados para conteúdo específico da matemática que utiliza métodos numéricos para solucionar problemas de engenharia. Uma das preocupações naturais é a de disponibilizar estes recursos computacionais na forma de objetos com adequação e qualidade do ponto de vista de aspectos de software, educação e matemática. Nesse sentido, o trabalho relata um esforço na construção de repositório de objetos educacionais voltados aos métodos numérico-computacionais seguindo um conjunto de características aderentes aos aspectos mencionados.*

Palavras-Chave: *Repositório, Objetos Educacionais, Métodos Numéricos.*

1. INTRODUÇÃO

As exigências impostas ao ser humano e à sociedade pelo processo de desenvolvimento tecnológico determinam a necessidade de desenvolver ferramentas educacionais hipermediáticas que auxiliam o professor no processo ensino e aprendizagem. Desse modo se relata 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 a 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 técnicas matemáticas. Os Métodos Numéricos, que se aplicam à solucionar problemas de engenharia e são oriundos de conceitos matemáticos avançados, envolvendo várias áreas como da Matemática como a 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.

Como intuito de dar acesso a ferramentas computacionais educacionais e divulgar estas técnicas, os autores deste artigo desenvolveram o projeto *NuMeLOs* (*Numerical Methods Learning Objects*). Esse esforço visa o enriquecimento do processo de ensino e aprendizagem de conteúdos matemáticos avançados para o ensino de engenharia e áreas afins com a geração de objetos educacionais. Esses componentes educacionais buscam facilitar a compreensão de técnicas usadas para resolução de problemas de engenharia, dando a possibilidade de verificar gráfica e interativamente 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 foi desenvolvido um repositório aberto de coleta, armazenamento, catalogação e recuperação de objetos no tema específico.

O repositório pode ser encontrado em <http://www.cesec.ufpr.br/etools/numelos> onde estão disponíveis alguns objetos educacionais já desenvolvidos, divulgando e facilitando o acesso a este tipo de recurso tecnológico educacional. Além disso, informações adicionais são colocadas no repositório e para alguns objetos, 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.

2. OBJETOS EDUCACIONAIS

Com o avanço da tecnologia o computador tem grande destaque como instrumento para a construção e desenvolvimento de conceitos científicos. Surgem, então, novas configurações no processo de ensino e aprendizagem e o desenvolvimento de *softwares* dedicados à área educacional ganham destaque no âmbito acadêmico.

Verifica-se a inexistência de consenso quanto à definição de objeto educacional ou objeto de aprendizagem (*Learning Objects*) (SCHEER et al., 2004). WILEY (2001) define objetos educacionais como “qualquer recurso digital que possa ser utilizado para o suporte ao ensino”.

Esses objetos podem ser criados e utilizados em qualquer formato, como por exemplo: *applets Java* (JAVAWORLD, 2004); aplicativos em *Macromedia Flash* desenvolvidos em linguagem própria (*ActionScript*) (YNEMINE, 2002); trechos de vídeo ou áudio em formatos diversos; e apresentações *PowerPoint*. Em um senso amplo, qualquer conjunto de gráficos e

imagens que combinadas com textos e mais algum elemento (hipertexto/hipermídia) possam causar uma reflexão no usuário poderá ser considerado objeto educacional.

Portanto, objetos educacionais são um tipo de *software*. Tem características específicas importantes a salientar como a reusabilidade (reutilizável diversas vezes em diversos ambientes de aprendizagem), 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), duralidade (como a possibilidade de utilizar um objeto educacional, sem re-projeto ou recodificação, mesmo quando a base tecnológica muda), descrição por metadados (termo genérico usado para identificar características comuns entre diferentes documentos, como: título, autor, data, assunto) (SCHEER e 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 para haver completeza do informado, divididas em nove campos: 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.

A partir de descrições padronizadas as informações sobre os objetos educacionais podem então ser armazenados em banco de dados conhecidos como repositórios. Estes asseguram que o usuário possa encontrar com rapidez as referências descritivas sobre os conteúdos padronizados em si e informações sobre uso, qualidade e acessibilidade.

2.1 Características de objetos educacionais

O desenvolvimento de objetos educacionais carece de procedimentos adequados ao tipo de software educacional pretendido. Nesse sentido, poucos trabalhos procuram oferecer critérios para avaliar a qualidade e adequação educacional dos objetos disponíveis na web como levantado em GAMA (2005).

Em referência para qualidade de software (ROCHA et al., 2001) são consideradas algumas características importantes em software educacional e que devem estar presentes em objetos educacionais:

- **características pedagógicas:** conjunto de atributos que evidenciam a convivência e a viabilidade de utilização de software em situações educacionais. Inclui as seguintes subcaracterísticas:
 1. *Ambiente educacional:* identifica o ambiente e o modelo de aprendizagem que ele privilegia;
 2. *Pertinência ao programa curricular:* adequado ao contexto do conteúdo;
 3. *Aspectos didáticos:* facilidade de uso, motivacional, conteúdos claros e corretos, carga informacional e tratamento de erros.
- **características ergonômicas:** conjunto de atributos que evidenciam a usabilidade do software. Inclui as seguinte subcaracterísticas:
 1. *Facilidade de aprendizagem e de memorização;*
 2. *Condução:* avalia os meios disponíveis para conduzir o usuário na interação com o computador como por exemplo presteza, localização, legibilidade e *feedback* imediato;
 3. *Afetividade:* avalia se existe relação afetuosa com o usuário;

4. *Consistência*: avalia se a concepção da interface é considerada idêntica em contextos idênticos e diferentes em contextos distintos;
 5. *Significado dos códigos e denominações*: avalia a adequação entre o objeto e sua referência;
 6. *Gestão de erros*: avalia os mecanismos que permitem evitar ou reduzir a ocorrência de erros e quando eles ocorrem, verifica os mecanismos que favorecem a sua correção.
- **adaptabilidade**: conjunto de atributos que evidenciam a capacidade do software se adaptar às necessidades e preferências do usuário e ao ambiente educacional selecionado. Inclui as seguintes subcaracterísticas:
 1. *Personalização*: avalia a facilidade de uma personalização;
 2. *Adequação ao ambiente*: avalia se o software é adequado ao modelo e aos objetivos educacionais pretendidos.
 - **documentação**: conjunto de atributos que evidenciam se a documentação para a instalação e uso do software está completa. Inclui as seguintes subcaracterísticas:
 1. *Mecanismo de Ajuda (Help on-line)*: avalia se existe ajuda;
 2. *Documentação do usuário*: avalia a facilidade de uso do sistema.
 - **portabilidade**: conjunto de atributos que evidenciam a adequação do software aos equipamentos do laboratório de informática. Inclui as seguintes subcaracterísticas:
 1. *Adequação tecnológica*: avalia a compatibilidade das tecnologias de software e hardware utilizadas com a do mercado;
 2. *Adequação aos recursos da instituição educacional*: avalia a compatibilidade de software e hardware usados na instituição.
 - **retorno do investimento**: conjunto de atributos que avalia o investimento na aquisição do software. Inclui a subcaracterística:
 1. *Preço e taxa de retorno*: avalia se o preço é compatível com suas características e se a taxa de retorno da utilização do software é compatível com o investimento.

No entanto, no processo de desenvolvimento de objetos educacionais é necessário se preocupar com algumas outras características gerais e específicas dos objetos, que alargam um pouco a visão exclusiva de software colocada, ampliando-se as especificações dos objetos educacionais. Uma visão mais abrangente das características é proposta por GAMA (2005) que a partir do levantamento extensivo de referências apresenta as características em três grandes categorias: flexibilidade, qualidade e construção.

Na categoria de **flexibilidade** os objetos desenvolvidos devem atender a quatro características:

- acessibilidade - se dá quando é possível acessar um objeto de um lugar remoto e usá-lo em outros locais; está ligada ao fato dos objetos serem identificados pelos metadados, deixando-os mais fáceis de serem localizados;
- interoperabilidade - se dá quando é possível utilizar um objeto educacional desenvolvido com um conjunto de ferramentas ou plataformas, em outros locais com outras ferramentas e plataformas;
- durabilidade - é a possibilidade de utilizar um objeto educacional, sem re-projeto ou recodificação, mesmo quando a base tecnológica muda;
- reusabilidade - a reusabilidade dos objetos educacionais é um conceito difícil de caracterizar devido a sua natureza multidimensional e inclusive aspectos como o formato, os conteúdos e considerações sobre os metadados. Sendo uma das características mais importantes dos objetos educacionais, considerada a idéia central do desenho moderno dos conteúdos digitais de aprendizagem.

Na categoria da **qualidade**, os objetos devem possibilitar a verificação de credibilidade do objeto em relação a sua qualidade em pelo menos dois quesitos:

- confiabilidade do objeto - preocupação com a correção dos cálculos, com o alto grau de exatidão;
- qualidade da informação - os conteúdos são corretos e fidedignos e a carga informacional compatível com o tema.

E, finalmente, no âmbito de aspectos de **construção**, os objetos devem ser verificados quanto a três características:

- descrição em **metadados** - sua finalidade é documentar e organizar de forma estruturada os dados das organizações, com o objetivo de minimizar duplicação de esforços e facilitar a manutenção dos dados. Ao armazenar um objeto em um repositório e poder reutilizá-lo é necessário ter acesso a ele de maneira rápida e eficiente. Para isso é necessário que o objeto esteja devidamente catalogado e disponível em algum repositório. e isto é feito através dos metadados.
- **métricas** - o termo 'métrica' é usado freqüentemente para significar um conjunto de medidas específicas para um elemento em particular ou processo, como as métricas clássicas para programação convencional ou para programação orientada a objetos, por exemplo.
- **reusabilidade** - para reusar um objeto educacional é necessário ter acesso a ele com certa facilidade, poder encontrá-lo e recuperá-lo. Para isso é importante que ele esteja devidamente catalogado e disponível em um repositório.
- **granularidade** - é fundamental para o reuso e catalogação de um objeto educacional; se ele é granular, pode ser incorporado em outros objetos e conteúdos mais complexos como um componente indivisível; isto facilitará sua busca e reaproveitamento.

Como um possível sub-nível do item construção, GAMA (2005) propõe observar atentamente o **design instrucional**. A maneira pela qual é realizado o projeto dos conteúdos e sua granularidade estão orientados a sua reutilização pensando em como evitar os possíveis transtornos de uso futuro. Envolve também a reusabilidade que em diversos contextos educacionais requer um desenho cuidadoso dos conteúdos e seus registros com metadados associados de tal forma que sejam suficientemente consistentes e completos.

3. OBJETOS EDUCACIONAIS NUMÉRICOS

Os aqui chamados 'objetos educacionais numéricos' na forma dos chamados *applets*, por exemplo, além das características apontadas na seção anterior, em especial da descrição padronizada em metadados, devem possuir uma série de características como: ser de fácil utilização e compreensão; possuir aspectos motivacionais e atrativos; como também 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 e 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 têm os quesitos básicos de qualidade para ensino e aprendizagem. A questão é polêmica pois as pesquisas sobre avaliação de softwares demonstram a carência de conhecimentos, modelos e metodologias nestes enfoques.

Quando se trata de cálculos matemáticos realizados pelo computador é possível verificar quanto é complicado fazer com que os cálculos realizados pelo computador realmente tenham um alto grau de confiabilidade. Existem vários fatores que os programadores devem saber 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).

4. PROJETO NUMELOS

Muitas empresas tem desenvolvido softwares específicos para ensino e aprendizagem. No entanto, diversos destes sistemas educacionais são muito caros, acarretando um problema para as instituições de educação superior pelo alto custo das licenças anuais de uso. Buscando a solução para as usualmente limitadas verbas, muitos projetos estão se desenvolvendo no meio acadêmico, como a criação de repositórios de objetos educacionais livres na qual o aluno para acessar, só precisa de um computador conectado a Internet (rede mundial de computadores).

Na Universidade Federal do Paraná (UFPR) junto ao Centro de Estudos de Engenharia Civil (CESEC) desde 1986 vários trabalhos têm sido realizados visando o apoio ao ensino e aprendizagem em Engenharia Civil. 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, e o projeto OE³ (<http://www.cesec.ufpr.br/etools/oe3>) que já contém mais de uma centena e meia de objetos educacionais destinados à engenharia de estruturas.

Neste artigo o desenvolvimento de um repositório para apoio ao ensino e aprendizagem em métodos numéricos para engenharia e a experiência a relatar: projeto NuMeLOs (<http://www.cesec.ufpr.br/etools/numelos>) com a imagem da primeira tela representada na “Figura 1.”

O desenvolvimento do projeto *NuMeLOs* tenta suprir uma parte da necessidade de programas educacionais voltados a área de métodos numéricos aplicados a problemas de engenharia. Através do 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.

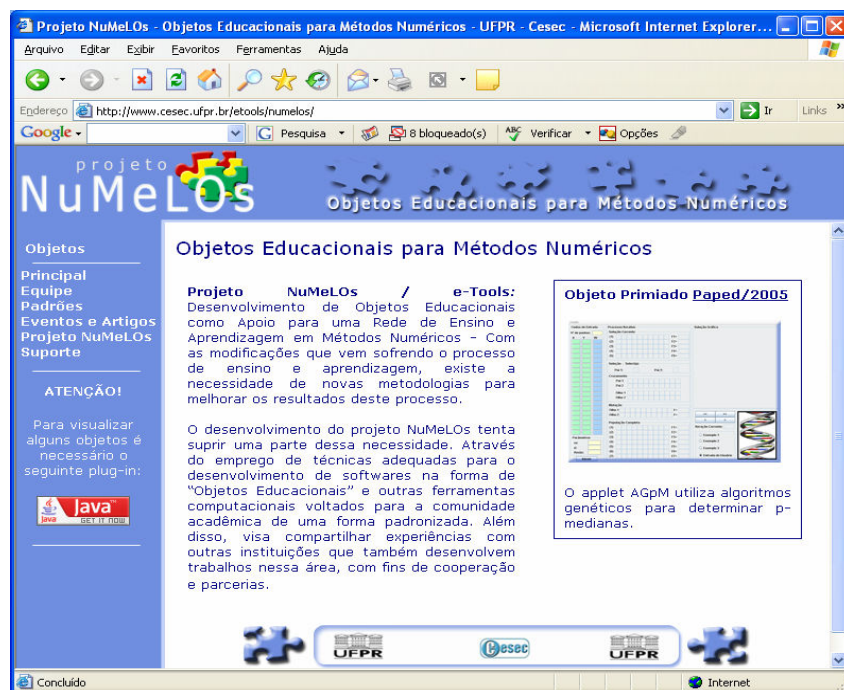


Figura 1 – O repositório para objetos educacionais em métodos numéricos - *NuMeLOs*

No referido projeto os objetos educacionais foram preferencialmente desenvolvidos na linguagem Java, JAWORLD (2004). Esta é uma linguagem simples, livre e extensível, cujos programas podem ser executados em todas as plataformas de sistemas operacionais pelo conceito de máquina virtual que possui. A sua biblioteca é parte de um sistema que define interfaces portáteis com uma linguagem projetada para suportar aplicações em rede, como também orientação a objetos (técnica de programação baseada em conceitos como classe, objetos, métodos, herança, encapsulamento e reutilização de código) (ROCHA, 1997). Objetos educacionais com recursos gráfico-iterativos como o da “Figura 2” podem ser desenvolvidos.

Dentre os objetos educacionais desenvolvidos no âmbito do projeto encontra-se o ‘RNP’ – Rede Neural Perceptron - catalogado e com descrição disponível no repositório NuMeLOs como mostrado na “Figura 3”. Este *applet* é uma programa em Java de apoio ao estudo de Redes Neurais Artificiais utilizando propagação *feed-forward* do tipo *Perceptron*.

Todos os objetos desenvolvidos e catalogados possuem uma descrição padrão em metadados em formato *xml*, informações sobre os conceitos teóricos em que se baseiam os objetos e descrição de como utilizar os *applets* em formato de hipertexto (HTML).

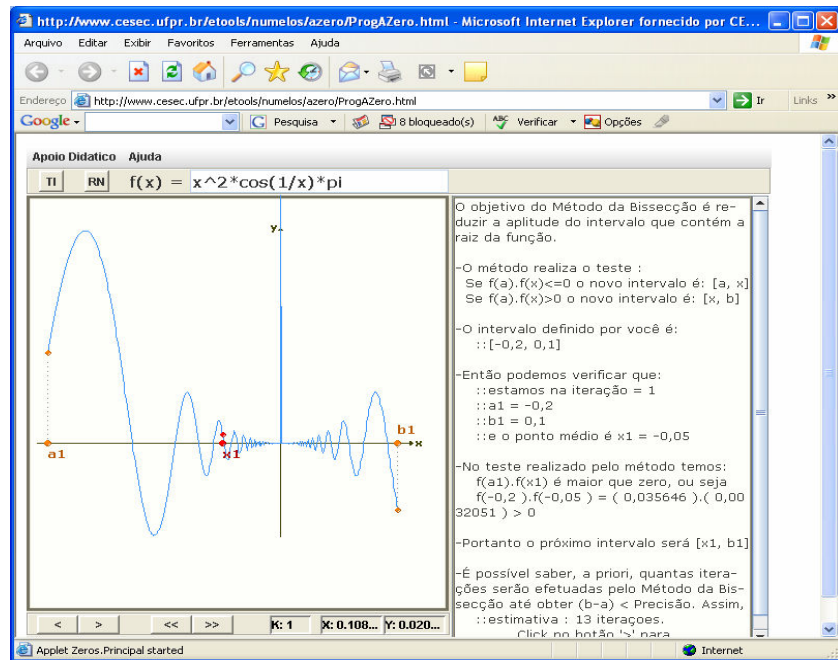


Figura 2 – Um dos objetos desenvolvidos no projeto *NuMeLOs*

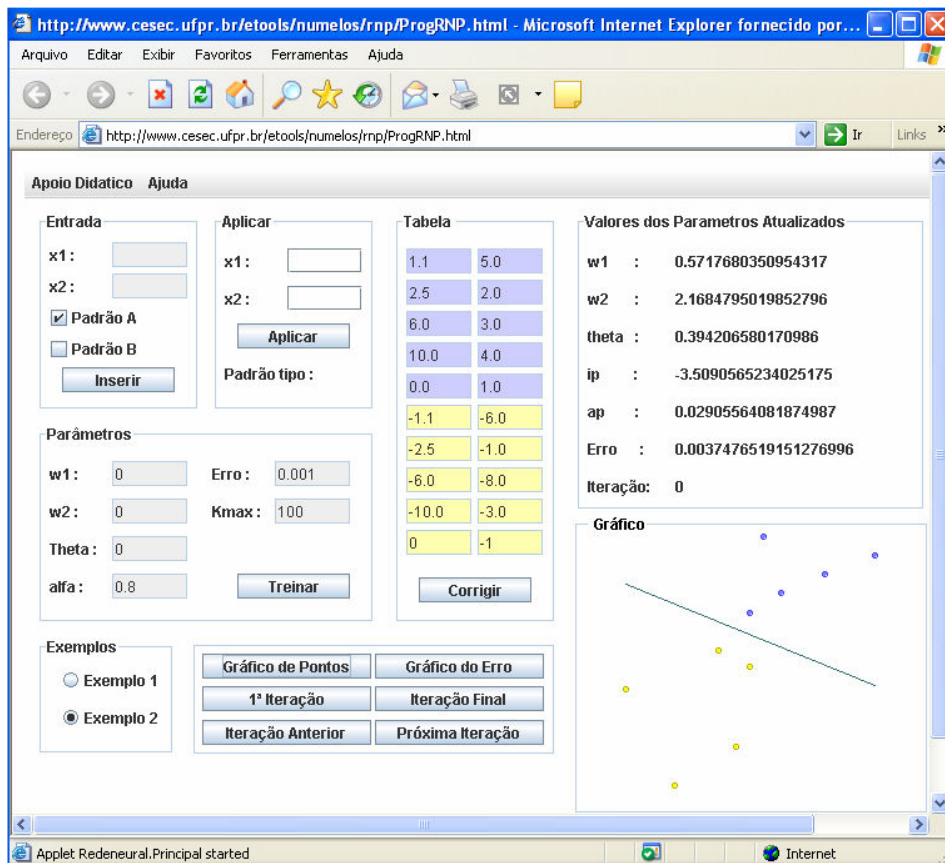


Figura 3- Objeto de apoio ao estudo de Redes Neurais Artificiais

Uma amostra de bons resultados alcançados é o *applet* ilustrado na “Figura 4”, o ‘AGpM - Algoritmo Genético aplicado ao problema das p-Mediana’ que foi premiado em 2005 pelo Programa de Apoio a Pesquisa de Educação a Distância - PAPED, um Programa desenvolvido pela Secretaria de Educação a Distância-SEED do Ministério da Educação, em

parceria com a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, para apoiar projetos que visem o desenvolvimento da educação presencial e/ou a distância, incentivando a pesquisa na construção de novas tecnologias de informação e comunicação.

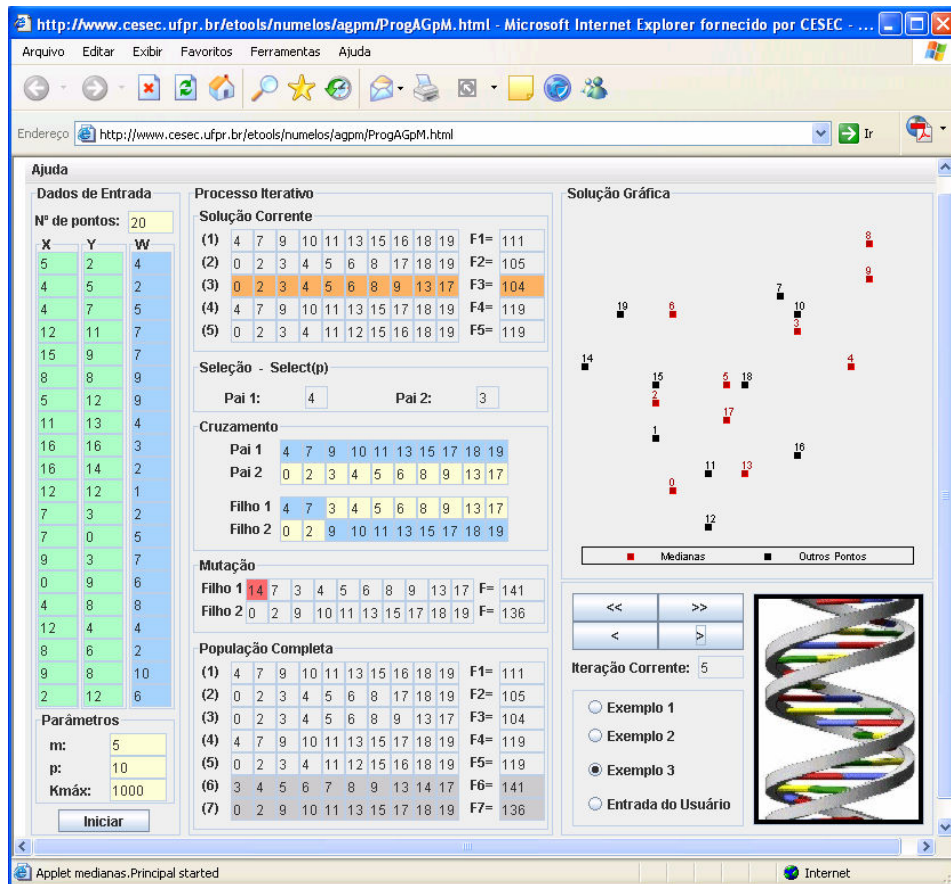


Figura 4 – Applet AGpM – Algoritmo Genético aplicado ao problema das P-Medias

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

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 destes objetos educacionais.

Diante desta incerteza quanto à eficácia e a qualidade dos objetos desenvolvidos no projeto, é necessário identificar e definir os objetivos e critérios de construção destes objetos que levem em consideração a sua atual 'fisionomia' e principalmente suas principais aplicações.

Para adequar a amplitude de qualidade para os objetos educacionais numéricos deve-se buscar, além das outras descritas anteriormente, as seguintes características:

- inexistência de erros lógicos e operacionais;
- quantidade finita de cálculos;
- critério de exatidão;
- limites do erro devem convergir a zero; e,
- eficiência.

Deste modo, estas características compõem o cenário final de preocupação dos autores que é desenvolver objetos educacionais com qualidade para disponibilizar na rede ferramentas computacionais de apoio que possam ser um diferencial na aprendizagem de conteúdos matemáticos dos estudantes vinculados à área de métodos numéricos aplicados.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de um ambiente virtual na web para servir como um repositório de objetos educacionais, com a possibilidade de reuso, desenvolvido para resolver problemas de engenharia através dos métodos numéricos, certamente contribuirá para o enriquecimento pedagógico de seus usuários, professores e alunos. 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.

Sob a 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 ao 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.

Por fim, é fundamental a consideração dos aspectos relativos a características de software voltado a métodos numéricos no desenvolvimento deste tipo de objeto educacional “numérico”.

Esta proposta de desenvolver objetos educacionais livres e com qualidade implica em um trabalho de pessoas de livre pensamento, com a finalidade de apoiar 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: reuso 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 de 2006.

JAVAWORLD. **Make Java Fast**. Disponível em: <http://www.javaworld.com>. Acesso em março 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.; GAMA, C.L.G.; ABE, M.S.; VERZENHASSI, C.C.; KRUKLIS, S. 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 dezembro de 2005.

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

EDUCATIONAL OBJECTS DEVELOPMENT FOR NUMERICAL METHODS IN ENGINEERING TEACHING AND LEARNING

Abstract:

The aim of the described work is the dissemination of a support system (repository) for the teaching and learning of mathematical concepts for engineering courses and related areas with the use of computational technology. It intends to analyze the integration among mathematical education, computer science and engineering teaching and learning. From the educational objects concepts and the use of standard description using metadata was built an object repository with applets for a specific content of Mathematics, related to numerical methods used to help solving engineering problems. One of the concerns is to provide these objects with intrinsic adaptability and quality regarding software, pedagogy and mathematical aspects. This paper describes an effort toward a numerical method educational objects repository that is based on a set of object characteristics related to these aspects.

Key-words: Repository, Learning Objects, Numerical Methods.