

iMática: Ambiente Interativo de Apoio ao Ensino de Matemática via Internet

Seiji Isotani¹, Leônidas de Oliveira Brandão¹

¹Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo (USP)
Caixa Postal 66.281 - 05315-970 - São Paulo - SP - Brasil

seiji@linux.ime.usp.br, leo@ime.usp.br

***Abstract.** With the consolidation of the Internet and of the information interactive means, we can explore some factors as multi-sensorial association, interaction human-computer and experimentation, in order to solve teaching problems. These facilities can produce a faster and effective learning. In the present work, we discuss some of these ideas, particularly with respect to the development of tools for the World Wide Web (Web). In a computational point of view, we are focusing two inter-related problems: the development of tools for increase the interaction between the site and the user. Part of the proposal, here discussed, are already available under the site iMática (<http://www.matematica.br>).*

***Resumo.** Com a consolidação da Internet e dos meios interativos de informação, podemos explorar fatores como associação multissensorial, interação homem-computador e experimentação, na solução de problemas de ensino, oferecendo um aprendizado mais rápido e efetivo. No presente trabalho discutimos algumas destas idéias, particularizando-as para o ambiente World Wide Web (Web). Do ponto de vista computacional, estamos atacando dois problemas interligados: o desenvolvimento de ferramentas para automatizar a publicação e manutenção de páginas Web; e o desenvolvimento de aplicativos para aumentar a interatividade do site. Parte dessas propostas já está disponível no site iMática (<http://www.matematica.br>).*

1. Introdução

As tecnologias de comunicação podem exercer a função de disseminadores de conhecimento, liberando estudantes e professores das limitações de tempo e espaço segundo argumento de Domenico De Masi ("Futuro do Trabalho"), enriquecendo o ensino com recursos de multimídia, interação, simulação, e permitindo o estudo individualizado. Nos dias atuais, está claro que um dos melhores mecanismos disseminadores de conhecimento é a Internet.

A Internet, pode ser usada como meio de implementação de sistemas didáticos, adicionando facilidades de aprendizado a um público maior. Com isso, pode-se diminuir diferenças regionais e quebrar isolamento dos núcleos educacionais e científicos, como observa o artigo "Infra-estrutura de Suporte à Editoração de Material Didático Utilizando Multimídia" [Castro, Goularte, Reami, and Moreira 1997].

O bom uso que se possa fazer dessa nova ferramenta (Internet) como recurso de aprendizado deve levar em conta os objetivos que se pretende atingir e da concepção de

conhecimento e de aprendizagem que orienta o processo [Gladcheff, Oliveira and Silva 1999]. Muita tecnologia têm sido desenvolvida somente para oferecer suporte à educação a distância baseada na Web, oferecendo conteúdo em detrimento à cooperação e colaboração. Com isso, sofremos o sério risco da educação dar um passo atrás em sua atual evolução que prega o "aprender a pensar" e o "aprender fazendo" - centrado no aluno e não somente em um conteúdo a ser transmitido [Rocha and Baranauskas 2000].

Para tentar classificar os conteúdos oferecidos pela Internet, Harrison [Harrison 1995] propõe doze critérios de avaliação e comparação de sistemas hipermídia, sendo eles definidos em termos do uso de multimídia, objetos, *scripts*, ambiente multiusuário, *links* e padrões.

Nesse contexto, temos como objetivo disponibilizar um conjunto de páginas Web, com informações gerais de Matemática para os ensinos fundamental, médio e superior. Propomos o desenvolvimento de geradores de interface em HTML, que insira recursos de interatividade aos métodos tradicionais de apresentação de conteúdo. Estas idéias tem sido empregadas na seção de "História da Matemática". E no momento estamos particularmente interessados em dinamizar (automatizar e aumentar a interatividade) uma seção de problemas de Matemática, retirada da Revista do Professor de Matemática (RPM, no endereço <http://www.matematica.br/problemas/rpm>).

Através de recursos computacionais podemos oferecer, de maneira rápida, o conteúdo necessário para aprendizagem e estendermos as abordagens passivas utilizadas para o ensino atual, provendo exemplos interativos com animações gráficas que ilustrem o funcionamento de funções, cálculos e construções geométricas, dentre outras áreas. Com a experimentação e o retorno gráfico destas ferramentas, poderemos obter resultados sensivelmente positivos ao ensino de matemática.

Neste trabalho, apresentamos algumas idéias de como atingir as metas esboçadas nos parágrafos anteriores e propiciar material de estudo de boa qualidade em Português (no futuro poderemos estender para outras línguas) num ambiente Web. O trabalho está dividido em 6 seções: A seção 2 mostra algumas vantagens na utilização da Internet junto a multimídia e a hipermídia no apoio ao ensino; a seção 3 descreve a construção de programas (*scripts*) para a atualização do *Site*, mostrando algumas vantagens desse método; a seção 4 consiste na análise de problemas viáveis para implementação de programas de interação dinâmica com o usuário no ensino de matemática; a seção 5 contém algumas das perspectivas e trabalhos propostos para implementações futuras; e finalmente a seção 6 temos as conclusões deste trabalho.

2. A interatividade da Internet no apoio ao aprendizado

A Internet nos permitiu criar, pelo menos em teoria, um mundo sem fronteiras onde os computadores assumem o papel de ferramenta auxiliar no processo de ensino, abrindo portas para a criação de novas metodologias no ensino. A presença dessa tecnologia em instituições de ensino e sua utilização como ferramenta de auxílio e pesquisa foram amplamente discutidos em [Castro 1996]. Nesta pesquisa, são apresentados muitos fatores positivos da Internet, entre eles o acesso imediato da informação atualizada e a interface gráfica facilmente reconhecível e maleável surgida com a criação do sistema World-Wide Web.

Essa nova tecnologia torna possível oferecer uma grande quantidade de informação, com maior qualidade, devido a diversos fatores: promove a motivação;

permite múltiplas visões de objetos dentro do ambiente tornando disponíveis melhores explicações e resoluções de problemas; permite que o aprendiz imprima seu próprio ritmo de aprendizado [Pantelidis 1995]; possibilidade de obter mais informação através de material on-line, mostrando os relacionamentos entre os assuntos apresentados [Skillicorn 1996]; sistema de busca que permite localizar informações de forma mais eficiente agindo como um filtro inteligente.

Na Internet, com sua clara estrutura de rede interconectada, o hipertexto procura simular o processo de associação realizado pela mente humana, sendo um de seus objetivos melhorar estratégias de aprendizado existentes [Nielsen 1990]. Dessa forma, o hipertexto cria ligações (*links*) lógicas entre assuntos relacionados, permitindo a exploração de determinado conteúdo em diferentes locais e com diferentes pontos de vista.

2.1 Percepção e multimídia

As leis de Gestalt para a organização perceptual (proximidade, similaridade, fecho, continuidade e simetria) são exemplos de fatores que explicam o perceber (ou deixar de perceber) determinada informação [Rocha and Baranauskas 2000].

O usuário deve "perceber" a informação apresentada na interface através dos sinais que a constituem. Principalmente quando consideramos sistemas computacionais baseados em textos e formas passivas de interação, tornando claro a necessidade de entendimento de outras modalidades perceptuais, além do ver propriamente.

O uso simultâneo de dados em diferentes formas de mídia (sons, vídeo, texto e animações), nos permite aumentar a capacidade de percepção e memorização, pois trabalha com a informação dinâmica, a associação multissensorial, a interação com o usuário, flexibilidade e experimentação [Lindstron 1995].

Apenas memorizar um conjunto de informações não é uma forma de ensino adequado para os dias atuais e através da hipermídia (hipertexto e da multimídia) podemos obter uma forma lógica e ativa (interação) de apresentação de dados que facilita o usuário a assimilar (memorizar e entender) a informação desejada de modo motivador e eficiente.

3. Método de Geração e manutenção

Por causa da grande quantidade e rotatividade de informação que existe na Internet é necessário uma maneira rápida de criar e remover qualquer conteúdo existente no *Site*. Os programas de automação e manutenção que serão expostos a seguir visam atender as necessidades de otimizar a preparação das diversas páginas, em HTML, existentes no *Site* de modo homogêneo e com uma interface adequada e consistente.

A partir de características pré definidas para o ambiente do *Site* iMática e com um número considerável de informação sobre a história da matemática e problemas retirados da Revista do Professor de Matemática, foram produzidas versões preliminares de páginas em HTML.

Os programas de automação e manutenção do iMática foram desenvolvidos na linguagem Perl em ambiente Linux. Tal escolha está relacionada a portabilidade da linguagem (executa em praticamente todos os sistemas operacionais) e as facilidades que a sintaxe do programa oferece para trabalhar com expressões regulares. Além disso

o sistema operacional Linux oferece grande quantidade de softwares que auxiliam no trabalho de desenvolvimento e manipulação de texto e imagem.

3.1 Geração de páginas HTML

Os programas implementados recebem parâmetros que indicam o diretório dos arquivos que devem ser incluídos na página, o diretório das imagens geradas e o diretório das páginas geradas. Assim podemos indicar quaisquer diretórios que possuam o conteúdo que deverá ser inserido no *Site* e gerar suas respectivas páginas HTML (padronizadas pelo Cabeçalho e pelo Rodapé) no local de destino, como mostra a figura 1.

O conteúdo da página que o *script* recebe inicialmente é um arquivo no formato ASCII que pode ter estruturas do tipo HTML, LaTeX [Lampport 1999] ou documento Unicode (.txt). Após definido as expressões regulares para interpretar cada tipo de estrutura citada, podemos criar estruturas matemáticas complexas (via LaTeX), inserir *links* dinâmicos dentro do conteúdo final da página (via HTML) além de inserir a informação padrão necessária.

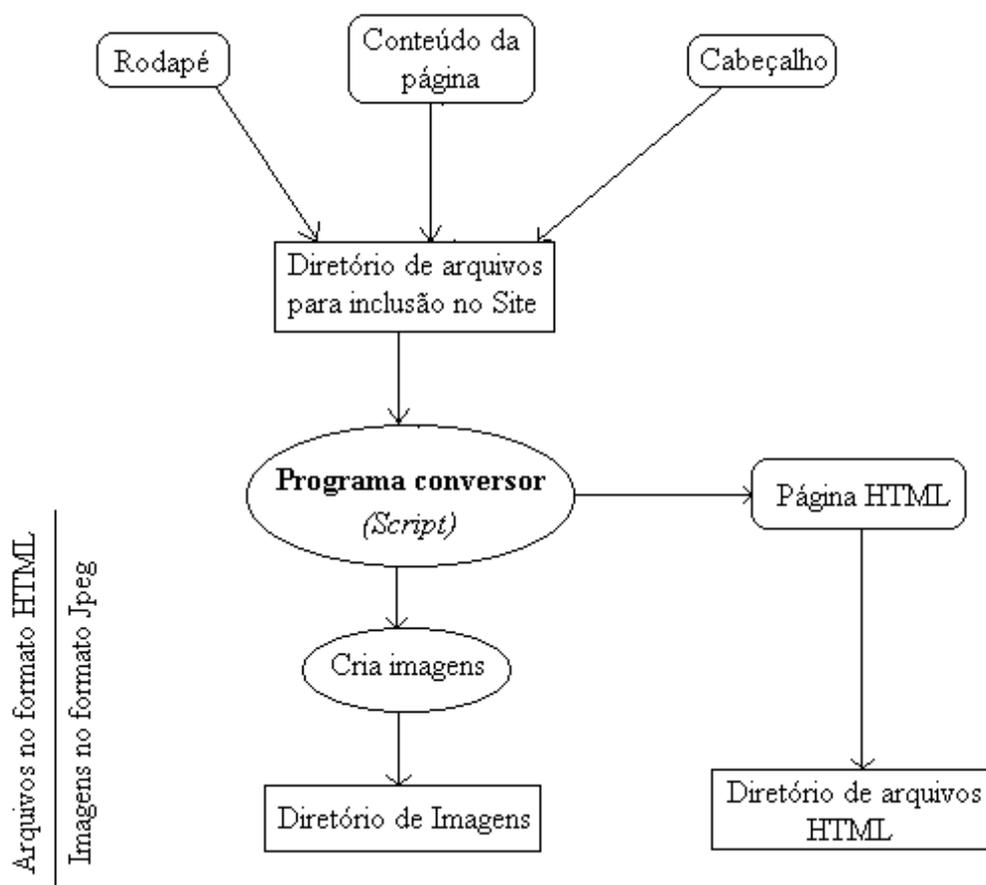


Figura 1: Diagrama de fluxo de dados.

Todas as imagens geradas de fórmulas são expressões matemáticas que inserimos usando a estrutura LaTeX. O programa gera um arquivo imagem no formato Dvi a partir das expressões escritas em LaTeX e transforma o arquivo Dvi em arquivo

no formato Jpeg (figura 2). Após o procedimento de conversão usando ferramentas do sistema Linux as imagens Jpeg é inserida nas páginas no formato HTML.

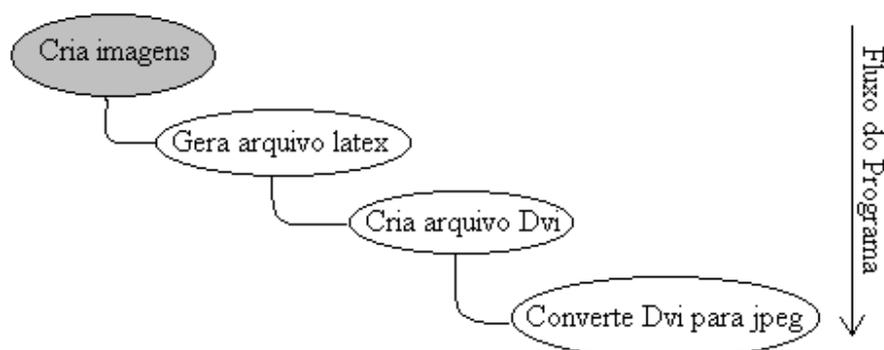


Figura 2: Geração de imagens.

Os resultados de alguns programas (*scripts*) implementados podem ser vistos no *Site* iMática (<http://www.matematica.br>). Um exemplo é a seção de História da Matemática (material de pesquisa de Valéria Ostete Jannis Luchetta) onde podemos obter informações sobre a história e a vida de muitos matemáticos desde o período 2600 a.C. até 1889 d.C.. Tópicos como História da matemática na Babilônia, Euclides e Os Elementos, Tales de Mileto, Pitágoras de Samos, entre outros, foram construídos e catalogados a partir dos *script* implementados.

Propomos ainda um *script* para a atualização da seção de Problemas que está definido na seção 5.1.

3.2 Vantagens da Criação de *Scripts*

Dentre as vantagens abordadas (rapidez e dinamismo) estão a flexibilidade que esse mecanismo apresenta facilitando o processo de abstração na criação das páginas HTML, ou seja, a mudança de *layout* (cores, fontes, etc.) independe do conteúdo que a página contém. Além disso, com a liberdade de entrada/saída de diretórios que os *scripts* oferecem, podemos organizar de forma coerente o conteúdo do *Site* e gerar facilidades de indexação. A soma dos itens anteriores, mostra que as atualizações são muito mais eficientes e os erros são mais facilmente detectados.

4. Análise de Problemas Viáveis

Para facilitar o aprendizado, livros, textos e aulas convencionais utilizam-se de mecanismos que vão além da definição e descrição de objetos, empregando como recursos exemplos e ilustrações gráficas.

Por outro lado, o excesso de ilustrações descritas de forma estática, contribuem muito pouco para aumentar a compreensão, dado que, além das informações depictadas, há grande comunicação implícita na correlação entre elas. Esta correlação pode ser mostrada através da animação gráfica das imagens, dando ganho considerável na comunicação da informação [Garcia, Resende and Calheiros 1997].

O uso de programas interativos, usando ilustrações gráficas, deve levar em conta características formais e de conteúdos, como qualquer instrumento de ensino-aprendizagem. Do ponto de vista Piagetiano, ao se analisar um programa, devem ser levados em conta aspectos formais, verificando se “ele está ajudando a criança a

desenvolver a sua lógica, a raciocinar de forma clara, objetiva, coerente, criativa?” e aspectos em relação a conteúdo, ou seja, “a temática deste programa tem um significado atraente para a realidade de vida desta criança?”. Deve-se sempre conjugar forma e conteúdo, sintaxe com semântica [Gladcheff, Oliveira and Silva 1999].

Nesse contexto, os sistemas hipermídia, encontrados na "grande rede de computadores" denominada Internet, podem ser extremamente abertos e possuir um grau muito mais elevado de interatividade contribuindo em dois níveis: no nível perceptivo e no nível da memória. Com isto, estes sistemas podem ajudar a desenvolver a atividade em pesquisa, a autonomia, enfim, a inteligência do aluno, e consequentemente sua autoconfiança [Gladcheff, Oliveira and Silva 1999].

Baseado nos aspectos citados acima propomos a criação de 3 classes diferentes de programas interativos para o ensino da matemática via Internet: Cálculo de funções, Geometria Euclideana e simulações (apresentados na seção 5.3).

4.1 Implementação

Devido a existência de Applets (programas que podem ser embutidos em páginas da World-Wide Web - figura 3 [Thomas, Patel, Hudson and Ball 1997]), a linguagem Java é uma das alternativas mais adequadas para desenvolvermos os programas de interação via Internet. Pois além da portabilidade e da interatividade que os Applets oferecem, temos a possibilidade de trabalhar com imagens gráficas, permitido animações em tempo real de todos os programas implementados sem a necessidade de reenviar dados para a Internet (figura 4).

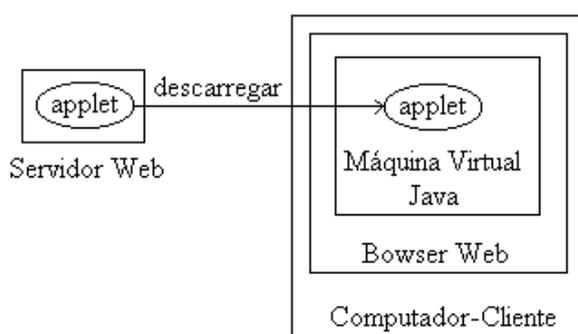


Figura 3: Execução de applets.

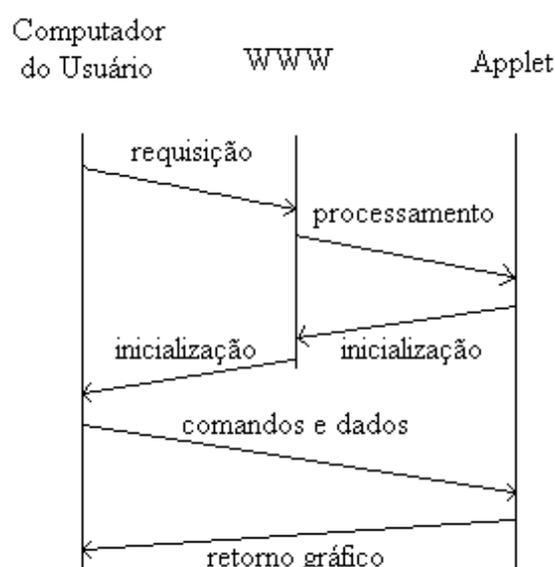


Figura 4: Fluxo de dados na Web.

5. Perspectiva e Trabalhos Futuros

Com o recente desenvolvimento de aplicações baseadas na Internet, tornou-se claro que o computador não é mais uma máquina cujo principal propósito é conseguir que uma tarefa de cálculo complexo seja feita. O computador é uma máquina que provê novos

meios para as pessoas se comunicarem com outras pessoas [Rocha and Baranauskas 2000].

Essa comunicação é feita através de interfaces que nos levam a questionar a importância de nos atermos ao *design* e o conteúdo que o *Site* oferece. Precisamos estar atentos para criação de novas ferramentas que podem acelerar o processamento e atualização da informação além de criar novas possibilidades de interação humano-computador.

A partir dessa perspectiva propomos a criação de programas que possam facilitar o desenvolvimento e manutenção do *Site*, interagir com o usuário, facilitar a procura de informação e finalmente tornar o ambiente Web mais agradável.

O *Site* iMática pretende dessa forma tornar-se uma referência para professores e alunos que procuram uma forma fácil e interessante de obter conteúdo matemático (em língua Portuguesa, podendo mais tarde ser estendido) e aprender um pouco mais sobre a história da matemática.

5.1 Atualização de Problemas

Propomos a criação de um *script* que deve mostrar o conteúdo da última publicação oferecida pela Revista do Professor de Matemática (RPM). Dessa forma, o *script* a ser desenvolvido terá como objetivo a construção/atualização das páginas em HTML a partir de um documento Word (formato usado pela RPM) com as seções Problemas, Probleminhas e Respostas de problemas anteriores. O programa deve reconhecer cada tópico e criar 3 páginas diferentes. Após a criação das páginas o programa deve catalogar as palavras-chaves para futuras buscas e atualizar os apontadores do *Site* iMática para que as novas páginas possam ser acessadas.

5.2. Sistema de Busca

A construção de um mecanismo de busca consiste na criação de um algoritmo eficiente para buscas variadas e a otimização das buscas mais usadas. Pretendemos desenvolver os algoritmos usando a linguagem Perl pelas vantagens apresentadas na seção 3.

Uma das heurísticas propostas para tornar as buscas mais eficientes é criar um registro de busca no *Site* que contenha em cada linha: o endereço da página HTML seguido de suas chaves (esse arquivo deve estar em ordem alfabética pela chave mais usada em buscas anteriores). Isso diminui consideravelmente o tempo de execução da busca pois somente um arquivo é aberto na procura, ao invés de abrir página por página e procurar suas chaves. Além disso, podemos guardar as buscas feitas com maior frequência para acelerar ainda mais o processo.

Esse tipo de heurística é usada em sistemas operacionais para cuidar da manutenção e troca de páginas da memória.

5.3 Problemas matemáticos

O desenvolvimento de programas de cálculo de funções permitirá que o usuário forneça qualquer tipo de função da forma " $y = a + bx + cx^2 + dx^3 \dots$ " (outras funções conhecidas também podem ser implementadas) e caso a função permita, temos o retorno gráfico da curva que a função determina. Dessa forma o usuário pode fazer suas

próprias experiências o que incentiva a pesquisa e aumenta a capacidade de interpretação matemática.

A criação de aplicativos baseados na geometria euclidiana abre um grande horizonte no ensino da matemática, pois envolve área de poliedros, distância de objetos, construções geométricas (ponto, reta, circunferência, interseção, perpendicularidade, paralelismo, etc.), e muitas outras. Com essas ferramentas podemos ensinar de maneira interativa algoritmos matemáticos, conceitos básicos de geometria plana e recursividade. Além disso, as animações gráficas possíveis (mover/inserir/remover objetos) criam um interesse indispensável no ensino fundamental.

Algumas simulações que podem contribuir para fortalecer a "intuição" matemática são as séries, como progressões aritméticas e geométricas como mostra a figura 5. Elas trabalham a capacidade de generalizar, induzir, criar analogias, interpretar recursão, além de motivar o aluno a realizar grande quantidade de experimentações e observações.

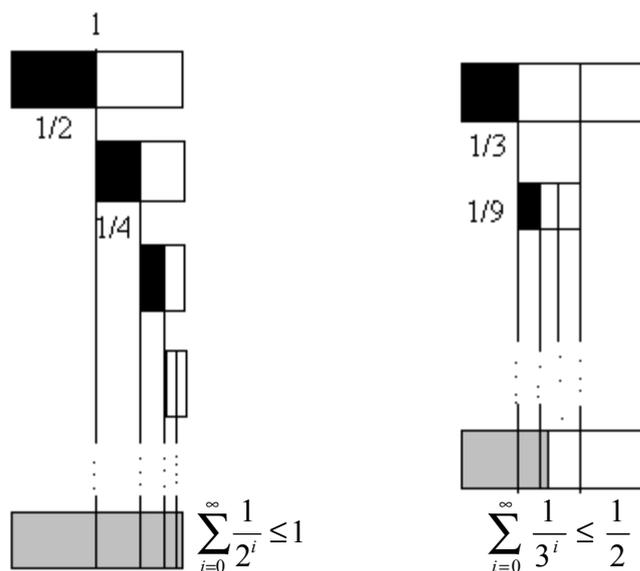


Figura 5: Simulações de Somatórias.

5.4 Design e Interface

"A tecnologia oferece potencial para tornar nossa vida mais simples e agradável, e a cada nova tecnologia traz mais benefícios. E ao mesmo tempo que adiciona tamanha complexidade que faz aumentar nossa dificuldade e frustração. A mesma tecnologia que simplifica a vida provendo um maior número de funcionalidades em um objeto, também a complica tornando muito mais difícil aprender e usar" [Rocha and Baranauskas 2000].

Norman [Norman 1988], partindo da experiência de observar e vivenciar as frustrações que as pessoas experimentam com objetivos do cotidiano identificou alguns princípios básicos para um bom *design*, que segundo ele, são a visibilidade e "*affordance*", bom modelo conceitual, bons mapeamentos e *feedback*. Na realidade, todos esse conceitos estão interligados e dificilmente podemos tratá-los de forma independente.

O uso inadequado desse conjunto de princípios na Internet embora não seja sentida pelos projetistas, atingem diretamente os usuários que não conseguem localizar simples informações dentro de uma página na Web.

É essencial nos dias atuais, devido a grande profusão de páginas Web, oferecermos uma interface “amigável” que torne o aprendizado de matemática mais eficiente. Para isso, devemos avaliar todos os itens citados para que o usuário fique livre das preocupações com o funcionamento do ambiente World-Wide Web. Os recursos apresentados no *Site* devem ser usados de maneira que o usuário possa identificar todas as funcionalidades do sistema facilitando a leitura e a interação. A criação de *links*, cores e ícones devem levar em conta além da funcionalidade, o impacto junto ao usuário, a usabilidade, a consistência, a visibilidade e flexibilidade.

6. Conclusões

Este trabalho apresentou o ambiente iMática, um *Site*, em contínuo desenvolvimento, de apoio ao estudo da matemática utilizando *scripts* que automatizam a criação e a manutenção das páginas em HTML. Esse ambiente é acessado via Internet e pretende fornecer grande quantidade de conteúdo sobre matemática utilizando algumas das ferramentas da World-Wide Web que possibilitam o auxílio no aprendizado.

Foi apresentada propostas de novas ferramentas para o iMática visando oferecer maior interatividade com os usuários, melhores condições para navegação, mais agilidade na procura de informação e atualização.

Todas as implementações feitas e propostas foram baseadas em artigos, livros e conceitos amplamente pesquisados de modo que o resultado final possa atingir efetivamente sua meta no ensino de matemática.

Bibliografia

- Arnold, K. and Gosling, J. The Java Programming Language. Addison-Wesley, 1996.
- Castro, M. A. S., Goularte, R., Reami, E. R. and Moreira, E. S. (1997) "Infra-estrutura de Suporte à Editoração de Material Didático Utilizando Multimídia", Revista Brasileira de Informática na Educação.
- Castro, M. A. S. (1996) "Pesquisa científica e os novos ambientes eletrônicos", In: Catálogo eletrônico da 48^a reunião anual da SBPC.
- Cormen, T. H., Leiserson, C. E. and Rivest, R. L., Introduction to Algorithms. MIT Press & McGraw-Hill, 1992.
- Deep, J. and Holfelder, P., Developing CGI Applications with Perl. John Wiley & Sons, 1996.
- Garcia, I. C., Resende, P. J. and Calheiros, F. C. (1997) "Astral: Um Ambiente para Ensino de Estrutura de Dados Através de Animações de Algoritmos", Revista Brasileira de Informática na Educação.
- Gladcheff, A. P., Oliveira, V. B. and Silva, D. M. (1999) "O Software Educacional e a Psicopedagogia no Ensino de Matemática Direcionado ao Ensino Fundamental" Anais do Simpósio brasileiro de Engenharia de Software.

- Harrison, M. A. (1995) "The essential elements of hypermedia", *Multimedia systems & applications*, Earnshaw, R. A. and Vince, J. A., San Diego, Academic Press, p. 79-99.
- Knuth, D. E., *The Art of Computer Programming: Sorting and Searching*. Addison-Wesley, 1973.
- Lamport, L., *LaTeX A Document Preparation System*. Addison Wesley, 1999
- Lindstron, R. L., *Guia business week para apresentações em multimídia*. São Paulo: Makron Books, 1995.
- Linguagem de Programação Perl disponível na Internet : <http://www.perl.com/pub>.
- Linguagem de Programação Java, disponível na Internet : <http://java.sun.com/>.
- Nielsen, J., *Hypertext & hypermedia*. Boston: Academic Press, 1990.
- Nielsen, J., *Design Web Usability*. New Riders Publishing, 1999.
- Norman, A. D., *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books, 1988.
- Norman, A. D. and Spohrer, J. C., *Learner-centred education*. *Communications of the ACM*, 39 (4), 24-27, 1996.
- Norman, K. L. (1997) "Teaching in the switched on classroom: An introduction to electronic education and hypercourseware", <http://www.lap.umd.edu/SOC/sochome.html>, Março.
- Norman, D. A., *The Invisible Computer*. The MIT Press, 1998.
- Pantelidis, V. S. (1995) "Reasons to Use Virtual Reality in Education" <http://eastnet.educ.ecu.edu/vr/reas.html>, Março.
- Rocha, H. V. and Baranauskas, M. C. C. (2000) "Design e avaliação de interfaces humano-computador" *Escola de Computação*.
- Siever, E., Spainhour, S. and Patwardban, N., *Perl in a Nutshell*. O'Reilly, 1999.
- Sistema Operacional Linux Debian, disponível em : <http://www.debian.org/>.
- Skillicorn, D. B. (1996) "Using distributed hypermedia for collaborative learning in universities" *The Computer Journal*, p 39, 471-482
- Thomas, M. D., Patel, P. R., Hudson, A. D. and Ball, D. A. Jr. *Programando em Java para Internet*. Makron Books, 1997.
- Wall, L., Christiansen, T. and Schwartz, R., *Programming Perl*. O'Reilly, 1996.