

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

Seiji Isotani¹, Ricardo H. Sahara¹, Leônidas de Oliveira Brandão²

Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo (USP)
Caixa Postal 66.281 - 05315-970 - São Paulo - SP - Brasil
{sei,ji, hideo}@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 provide a larger comprehension of the information and 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) environment. In a computational point of view, we are focusing three inter-related problems: the development of tools for increase the interaction between the site and the user (p.e., with Applets, queries and interface); and the creation of a software that offers aid in the geometric and mathematical learning for use in the ambient Web or out of him. The objective of these tools are to increase the interaction and the experimentation creating, in that way, a natural interface for the learning. Part of the proposal, here discussed, are already available under the site iMática (<http://www.matematica.br>), launched on April 24, 2000.*

***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, visando maior compreensão da informação e um aprendizado mais rápido e efetivo. No presente trabalho discutimos algumas destas idéias, particularizando-as para o desenvolvimento de ferramentas para o ambiente World Wide Web (Web). Do ponto de vista computacional, estamos atacando três problemas interligados: o desenvolvimento de ferramentas para automatizar a publicação e manutenção de páginas Web; o desenvolvimento de aplicativos para aumentar a interatividade do site com o usuário (p.e., via Applets, buscas e interface); e a criação de um software que oferece auxílio no aprendizado geométrico e matemático para uso no ambiente Web ou fora dele. O objetivo destas ferramentas são aumentar a interatividade e a experimentação criando, dessa forma, uma interface natural para o aprendizado. Parte das propostas aqui discutidas já está disponível a partir do site iMática (<http://www.matematica.br>), lançado em 24 de abril de 2000.*

¹ Graduando no curso de Bacharelado em Ciências da Computação - Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.

² Orientador: Professor doutor do Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo.

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" [2].

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 [7]. 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 [24].

Para tentar classificar os conteúdos oferecidos pela Internet, Harrison [8] 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.

Com o objetivo de oferecer os recursos citados no parágrafo anterior que enriquecem ainda mais o aprendizado, está sendo desenvolvido uma plataforma de geometria dinâmica denominada iGeom (Geometria Interativa) que através de animações gráficas introduz uma nova abordagem construtiva projetado para explorar seus benefícios no contexto do ensino de matemática. Nesta abordagem, além do estudante ter acesso a aplicativos que ilustram o funcionamento do conceito matemático

e de geometria plana, ele também realiza suas próprias animações durante o processo de criação de construções geométricas com visualização gráfica notável e resultados sensivelmente positivos [6].

Vale destacar que, no momento, não existe qualquer *software* de geometria dinâmica com todas as características que estamos dispostos a oferecer. Além da plataforma iGeom ser gratuita permitirá que construções geométricas sejam feitas diretamente em páginas Web usando a Internet. Uma versão da iGeom já está funcionando e algumas de suas ferramentas já estão disponíveis para uso experimental (detalhes na seção 5).

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 7 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 introduz a plataforma de Geometria Dinâmica iGeom e mostra suas vantagens e versatilidade no apoio ao ensino; a seção 6 contém algumas das perspectivas e trabalhos propostos para implementações futuras; e finalmente a seção 7 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 [3]. 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 [21]; possibilidade de obter mais informação através de material on-line, mostrando os relacionamentos entre os assuntos apresentados [28]; 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 [15]. 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 [24].

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 [11].

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 [12] em ambiente Linux [27]. 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 [10] 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.

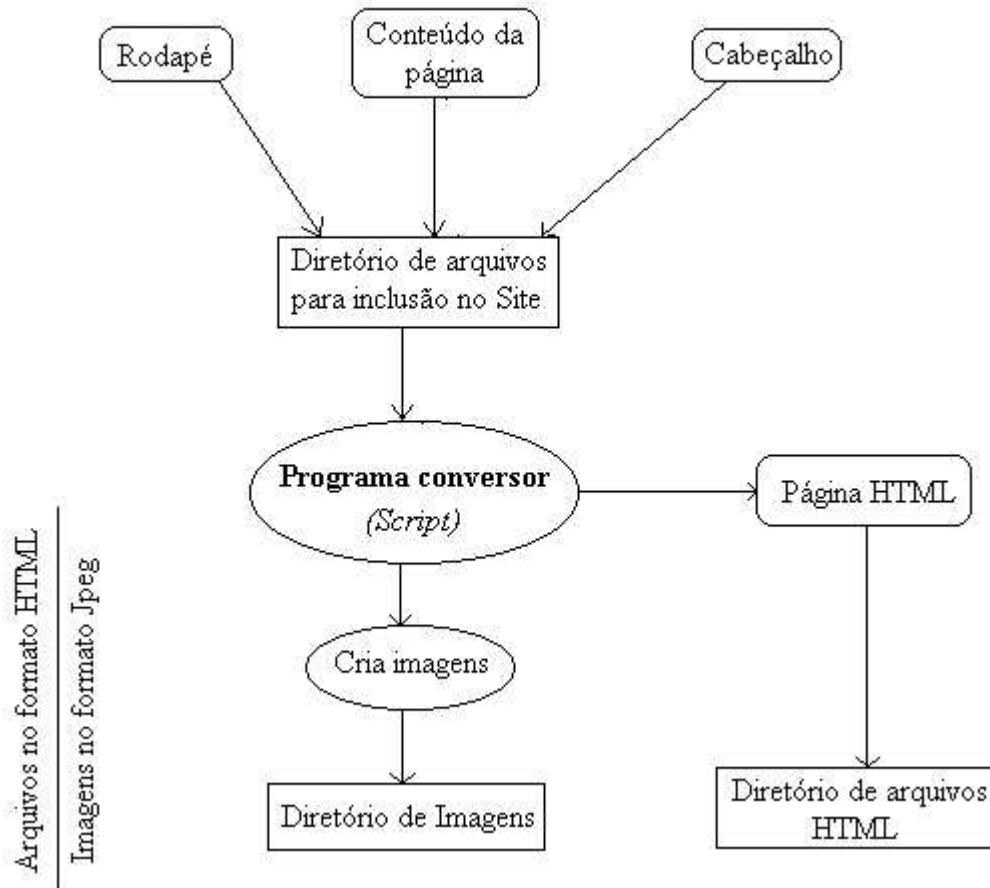


Figura 1: Diagrama de fluxo de dados.

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.

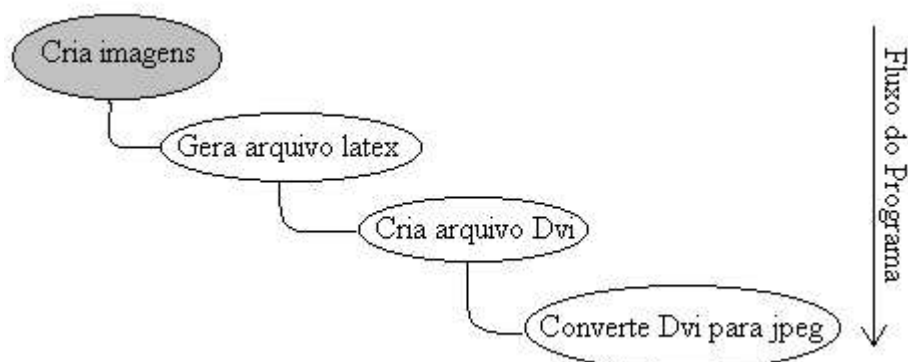


Figura 2: Geração de imagens.

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 [6].

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 [7].

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 [7].

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 [29]), a linguagem Java [13] 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, permitindo animações em tempo real de todos os programas implementados sem a necessidade de reenviar dados para a Internet (figura 4).

Mas com a grande insegurança que a Internet oferece as applets não permitem a criação e gravação de arquivos via Web. E portanto toda a interação entre as páginas Web e o usuário são perdidas após o fim da execução de uma applet.

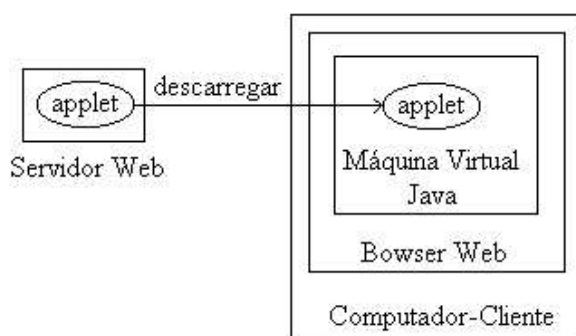


Figura 3: Execução de applets.

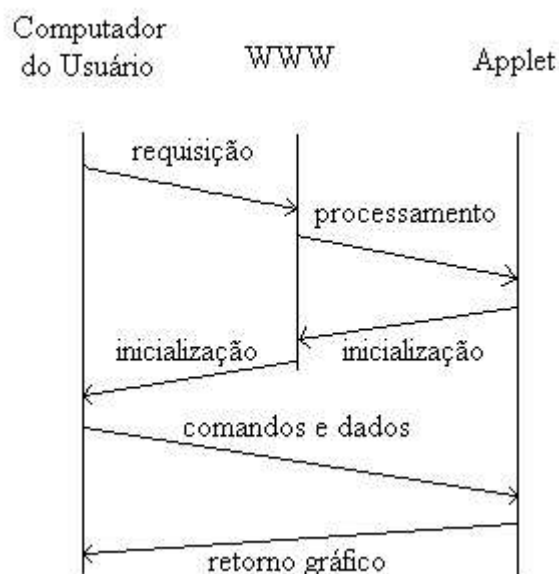


Figura 4: Fluxo de dados na Web.

5. iGeom : Uma Plataforma de Ensino Geométrico e Matemático

Com a finalidade de oferecer um programa gratuito (*free software*) no apoio ao ensino de Geometria e de Matemática está sendo construído a plataforma iGeom baseado em

Geometria Dinâmica (seção 5.2) que evidencia uma nova abordagem ao aprendizado geométrico, onde conjecturas são feitas a partir da experimentação e criação de objetos geométricos e a partir do retorno gráfico oferecido pela plataforma podemos introduzir o conceito matemático dos objetos, surgindo então naturalmente o processo de argumentação e dedução [14].

A plataforma iGeom, ainda em fase de desenvolvimento, está sendo implementada utilizando a linguagem de programação *Java* [13], pois além de oferecer grande portabilidade, permite que o programa seja utilizado via Internet em forma de Applet (introduzidos na seção 4.1. Com a possibilidade de disponibilizar a plataforma via Internet (figura 5), poderemos atingir toda a comunidade que necessita de material geométrico para ensino de matemática.

Um dos objetivos da plataforma iGeom é disponibilizar algumas de suas ferramentas em escolas públicas que já possuam computadores, ou seja, estaremos oferecendo um novo conceito no ensino fundamental que introduz a experimentação e a visualização de propriedades matemáticas. Isso permitirá que professores e alunos possam interagir ainda mais com os conceitos geométricos e matemáticos, resultando num aprendizado construtivo do conhecimento. Além disso a utilização da plataforma será difundida em pequena escala na capacitação de professores nos cursos do LEM (Laboratório de Ensino de Matemática - <http://www.ime.usp.br/lem>).

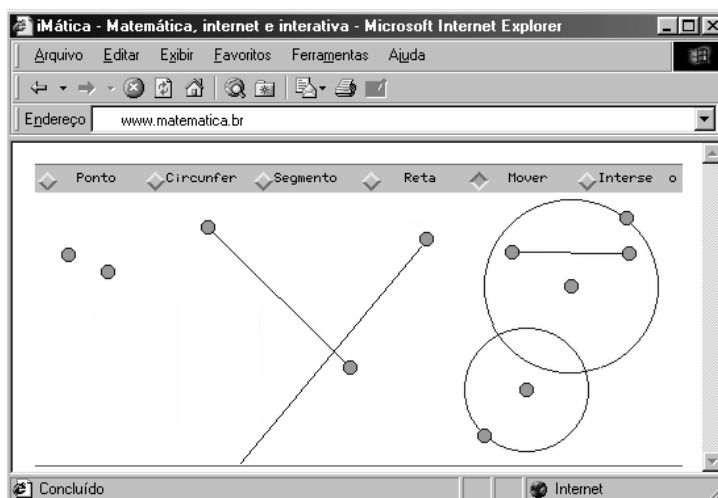


Figura 5: iGeom sendo executado via Internet.

A utilização dessa plataforma no ambiente iMática permite a criação de uma extensa quantidade de problemas matemáticos do tipo aberto, ou seja, no enunciado não há a indicação de resposta (as respostas são fornecidas posteriormente). Nesta situação, o aspecto dinâmico desencadeia um processo desafiador e interessante de ensino e aprendizagem. As explorações e estratégias que vão se delineando ao longo das tentativas de solucionar o problema são similares as que acontecem no ambiente de pesquisa de um matemático profissional. Esta postura investigativa contribui para a formação de uma concepção sobre matemática diferente daquela construída, usualmente, ao longo da vida escolar[14].

A plataforma iGeom, atualmente, permite criar objetos geométricos como pontos, retas, semi-retas, segmentos e circunferências (figura 6). Todos esses elementos podem ser interceptados (figuras 7a e 7b) e ter suas configurações geométricas

modificadas. Ao criar uma construção geométrica é criado uma estrutura de dados hierárquica entre os elementos que permite manter as propriedades da construção. Dessa forma a plataforma permitirá a gravação e a recuperação dessa estrutura de dados, ou seja, podemos salvar e restaurar uma construção. Através do *mouse* podemos inserir e modificar um objeto geométrico, definir configurações e fazer experimentações.

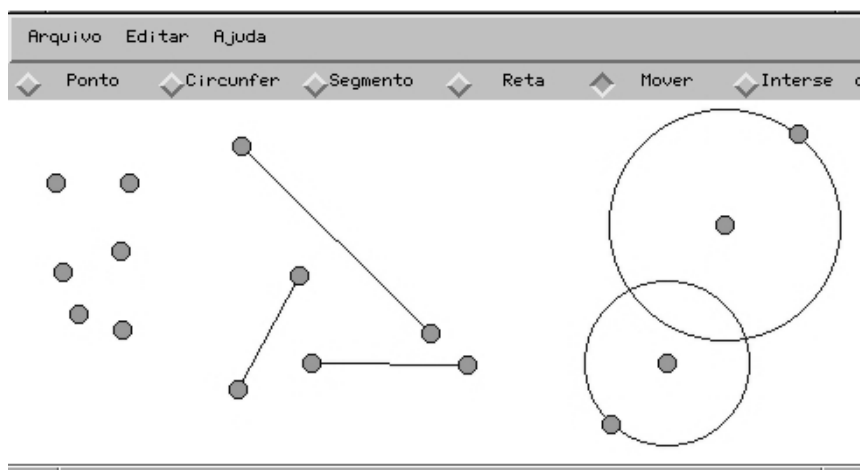


Figura 6: Criação de pontos, segmentos e circunferências.

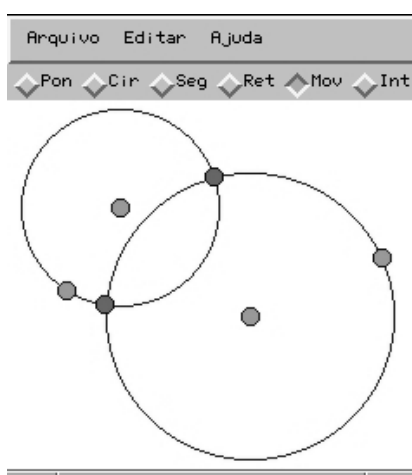


Figura 7a: Interseção entre circunferências.

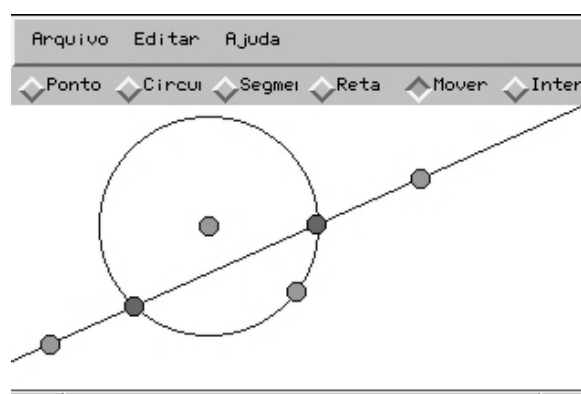


Figura 7b: Interseção entre circunferência e reta.

5.1 O Problema no Ensino da Geometria

Os livros escolares iniciam com definições, nem sempre claras, acompanhadas de desenhos bem particulares, os ditos desenhos prototípicos. Por exemplo, quadrados com lados paralelos às bordas da folha de papel, retângulos sempre com dois lados diferentes, alturas em triângulos sempre acutângulos, entre outros. Isto leva os alunos a não reconhecerem desenhos destes mesmos objetos quando em outra situação. E mais, para os alunos, a posição relativa do desenho ou seu traçado particular, passam a fazer parte das características do objeto, estabelecendo desequilíbrios na formação dos conceitos. O aspecto de construção de objetos geométricos raramente é abordado;

difícilmente encontramos no livro escolar a instrução “construa”, e no entanto esta é uma das atividades que leva o aluno ao domínio de conceitos geométricos. [14]

Além disso, se analisarmos o aprendizado da Geometria observamos que a abstração desempenha um papel fundamental para a compreensão deste ramo do conhecimento. Dessa forma, a associação entre conceitos matemáticos e objetos visuais estáticos do mundo físico tende a dificultar ainda mais o processo de abstração que a teoria matemática necessita.

5.2 iGeom : Plataforma baseada nos princípios da Geometria Dinâmica

A plataforma em desenvolvimento iGeom é construída dentro e princípios da Geometria Dinâmica em oposição aos métodos estáticos de programas do tipo CAI (Computer Assisted Instruction). *Softwares* baseados nesses princípios são programas gráficos que permitem construções geométricas a partir de objetos-base e que atualiza automaticamente as construções sempre que os objetos-base forem alterados. As ferramentas de construção e configuração de objetos geométricos são feitas a partir das propriedades que os definem. O conceito que difere a geometria dinâmica da estática é a capacidade de construir configurações geométricas precisas as quais podem ser alteradas em termos de posições (figura 8a e 8b), ângulos e dimensões (figura 9), mantendo-se automaticamente as restrições estabelecidas na construção original [25]. E este é o recurso didático importante oferecido: a variedade de desenhos e configurações geométricas clássicas passam a ter multiplicidade de representações; propriedades geométricas são descobertas a partir dos invariantes no movimento. [14]

A plataforma iGeom oferecerá as características citadas anteriormente ,e portanto, teremos uma abordagem ativa na qual o aprendiz interage com as animações dos objetos geométricos enriquecendo o aprendizado mais do que mera observação passiva delas.

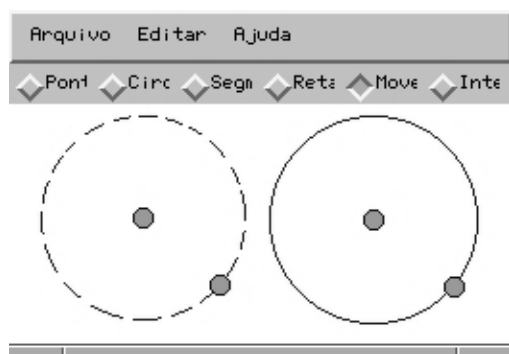


Figura 8a: Translação da circunferência tracejada para a posição em linha cheia.

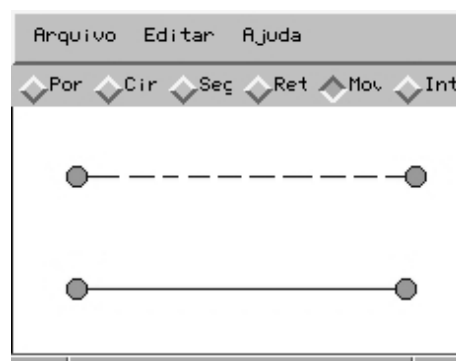


Figura 8b: Translação de segmentos de reta tracejado para a posição em linha cheia.

5.3 Benefícios da Utilização da Geometria Dinâmica no Ensino

Em uma aula de matemática tradicional o professor enuncia conceitos, definições e propriedades que, muitas vezes, são apenas memorizados e futuramente reproduzidos pelo aluno sem sua devida compreensão. Na nossa concepção, se o aluno agir ativamente, modificando características de vários objetos matemáticos, ele aprenderá

pesquisando, relacionando as modificações feitas, analisando e verificando o que ocorre genericamente [32].

Os principais benefícios e aplicações de um *software* educacional de Geometria Dinâmica são [31] :

- **prova de teoremas:** embora a Geometria Dinâmica não possa provar teoremas, a capacidade de experimentação de hipóteses que proporciona pode motivar a busca pela prova de um teorema, pois induz à convicção de sua validade. Da mesma forma, pode ajudar e sugerir caminhos para a prova formal. Curiosamente, esta "prova experimental de teoremas" é usada nos mais avançados programas de Geometria Dinâmica, como forma de garantia de suavidade nas transições provocadas por reconfiguração [23].
- **precisão e visualização:** a construção da geometria é feita pelo estabelecimento de relações geométricas entre os elementos (perpendicularismo, paralelismo, pertinência, ângulo, etc). Pode-se medir ângulos e distâncias e calcular-se relações com precisão, permitindo facilmente a verificação empírica de hipóteses e teoremas. Os conceitos de um teorema podem ser compreendidos por visualização. Adicionalmente, a precisão também é importante porque construções imprecisas podem conduzir o aluno a construções errôneas já que é natural o julgamento humano ser fortemente influenciado pelas formas percebidas visualmente.
- **exploração e descoberta:** a manipulação de construções permite que se explore a Geometria e novas relações e propriedades sejam descobertas. Muitas vezes, os próprios alunos "re-descobrem" teoremas em sala de aula.
- **transformações e lugares geométricos:** pela sua capacidade de realizar transformações em figuras geométricas (figura 9), programas de Geometria Dinâmica são ideais para o estudo de isometrias, similaridades e outras funções. Animando figuras e traçando lugares geométricos de pontos pré-definidos, estes aplicativos também podem explicitar problemas e propriedades normalmente não abordadas na literatura por sua inerente dificuldade.

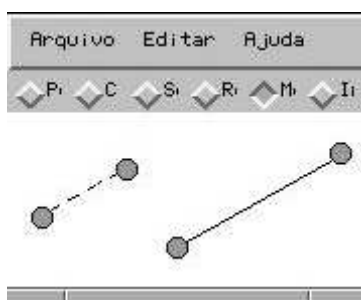


Figura 9: Transformação do objeto alterando sua dimensão

- **simulação e micromundos:** indo muito além da abstração da Geometria, as simulações que podem ser construídas com programas de Geometria Dinâmica permitem ilustrar conceitos de cinemática e óptica, entre outros. Por outro lado, oferecem também a possibilidade de criação de micro-mundos geométricos, a exemplo daqueles concebidos no âmbito da linguagem [22]. Neles, o aluno pode vivenciar experiências geométricas, algumas pré-concebidas pelo professor e muitas outras descobertas ao acaso, através da exploração interativa e de sua criatividade.

6. 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 [24].

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.

6.1 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.

6.2. 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.

6.3 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.

Com a plataforma iGeom concluída (apresentada no seção 5), criamos uma base sólida no apoio ao 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.

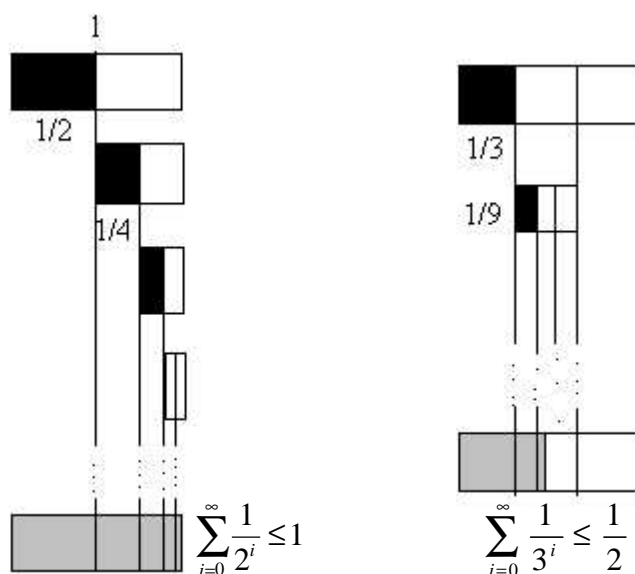


Figura 5: Simulações de Somatórias.

6.4 Versão Final do iGeom

A plataforma iGeom será um *software* para ser utilizado no estudo de geometria e de matemática que irá complementar as aulas expositórias sendo fundamental para o sucesso do processo de aprendizagem.

No estado atual o *software* possibilita a criação de objetos geométricos tais como: pontos, retas, segmentos de retas, circunferências, além de permitir a geração de pontos de interseção e a conservação das propriedades geométricas.

Num estágio mais avançado, estes objetos poderão ser manipulados, modificados e configurados (cor, tamanho, tipo de linha) de forma simples, tornando a interface da plataforma mais agradável ao usuário. Queremos ainda, tornar possível o cálculo das várias propriedades matemáticas que uma construção geométrica pode conter como distância entre pontos, ângulos e área. Os objetos construídos na plataforma iGeom poderão ser arrastados pela tela mantendo suas propriedades geométricas da construção original, ou seja, um objeto, ao ser movimentado, tem suas medidas e ângulos atualizados simultaneamente. Um recurso que ajudará no estudo da Geometria Fractal e conseqüentemente fornecerá uma base para compreensão de algoritmos recursivos será a aplicação de transformações que, através de processos repetitivos, geram os fractais.

Muitas dessas ferramentas de auxílio no estudo da Matemática e da Geometria apresentadas nos parágrafos anteriores são comuns em programas de Geometria Dinâmica como Cinderella, GSP, Cabri e outros. Porém, *softwares* desse porte são, em sua maioria, comerciais o que impossibilita sua utilização em grande escala nas escolas de ensino público. Outras desvantagens dos *softwares* citados acima são a baixa portabilidade, ou seja, eles funcionam apenas em sistema operacional Windows (com exceção do Cinderella) e não permitem sua execução via Internet. O GSP e o Cabri ainda geram applets estáticas para execução via Internet, porém não permitem nenhuma interação com o usuário.

A plataforma iGeom além de oferecer as ferramentas acima tornará possível disponibilizar seus recursos via Internet. Com isso, será possível que um aluno possa utilizar os conceitos apresentados em aula em qualquer local com acesso a Web, ou seja, problemas matemáticos propostos em sala de aula poderão ser transferidos para Internet, propiciando uma abordagem experimental ainda mais intensa. E mais, tornamos possível a criação de "classes virtuais" onde os alunos recebem desafios de geometria e podem gerar suas próprias construções geométricas via Internet, além de submeter soluções na forma de arquivo, ao contrário de muitas páginas de Internet (*sites*) que só permitem a interação com uma construção já feita.

Todas essas possibilidades tornam a plataforma iGeom uma ferramenta que auxilia no ensino de geometria e oferece uma base para deduções e demonstrações matemáticas tornando-a uma "arma" poderosa contra as dificuldades cognitivas dos estudantes.

6.5 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" [24].

Norman [17], 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 esses 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.

7. 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 (<http://www.matematica.br>) e pretende fornecer grande quantidade de conteúdo sobre matemática utilizando algumas das ferramentas da World-Wide Web que possibilitam o auxílio no aprendizado.

Destacamos a plataforma iGeom, ainda em desenvolvimento, um *software* de Geometria Dinâmica que é utilizada como ferramenta poderosa na superação de obstáculos inerentes ao aprendizado. A partir da experimentação, criação de objetos concretos e o retorno gráfico oferecemos uma nova forma de "absorver" o raciocínio matemático. Este *software* será disponibilizado para uso na Web e a versão completa na forma de aplicativo (que permite gravar em arquivos as construções geradas) poderá ser distribuído gratuitamente para escolas públicas.

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 experiências no LEM (Laboratório de Ensino de Matemática), artigos, livros e conceitos amplamente pesquisados de modo que o resultado final possa atingir efetivamente sua meta no ensino de matemática.

Bibliografia

- [1] Arnold, Ken; Gosling, James *The Java Programming Language*. Addison-Wesley, 1996.
- [2] Castro, Maria. A. S.; Goularte, Rudinei; Reami, Elderclerlei R.; Moreira, Edson S. *Infra-estrutura de Suporte à Editoração de Material Didático Utilizando Multimídia*. Revista Brasileira de Informática na Educação, 1997.
- [3] Castro, Maria A. S. Pesquisa científica e os novos ambientes eletrônicos, 1996.
- [4] Cormen, Thomas. H.; Leiserson, Charles E.; Rivest, Ronald L. *Introduction to Algorithms*. MIT Press & McGraw-Hill, 1992.

- [5] Deep, John; Holfelder, Peter *Developing CGI Applications with Perl*. John Wiley & Sons, 1996.
- [6] Garcia, Islene C.; Resende, Pedro J.; Calheiros, Felipe C. *Astral: Um Ambiente para Ensino de Estrutura de Dados Através de Animações de Algoritmos*. Revista Brasileira de Informática na Educação, 1997
- [7] Gladcheff, Ana P.; Oliveira, Vera B.; Silva, Dilma M. *O Software Educacional e a Psicopedagogia no Ensino de Matemática Direcionado ao Ensino Fundamental*. Anais do Simpósio brasileiro de Engenharia de Software, 1999.
- [8] Harrison, M. A. *The essential elements of hypermedia*. In Earnshaw, R. A., & Vince, J. A. (Ed.), *Multimedia systems & applications* (pp. 79-99). San Diego: Academic Press, 1995.
- [9] Knuth, D. E. *The Art of Computer Programming: Sorting and Searching*. Addison-Wesley, 1973.
- [10] Lamport, Leslie *LaTeX A Document Preparation System*. Addison Wesley, 1999
- [11] Lindstron, R. L. *Guia business week para apresentações em multimídia*. São Paulo: Makron Books, 1995.
- [12] *Linguagem de Programação Perl*, disponível na Internet URL: <http://www.perl.com/pub>.
- [13] *Linguagem de Programação Java*, disponível na Internet URL: <http://java.sun.com/>.
- [14] Gravina, Maria A., *Geometria Dinâmica - Uma Nova Abordagem para o Aprendizado da Geometria*. Anais do VII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, p 1-13, 1996.
- [15] Nielsen, J. *Hypertext & hypermedia*. Boston: Academic Press, 1990.
- [16] Nielsen, J. *Design Web Usability*. New Riders Publishing, 1999.
- [17] Norman, A. D. *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books, 1988.
- [18] Norman, A. D.; Spohrer, J. C. Learner-centred education. *Communications of the ACM*, 39 (4), 24-27, 1996.
- [19] Norman, K. L. *Teaching in the switched on classroom: An introduction to electronic education and hypercourseware*. Consulta feita em 30/03/2001. Endereço URL: <http://www.lap.umd.edu/SOC/sochome.html>, 1997.
- [20] Norman, D. A. *The Invisible Computer*. The MIT Press, 1998.
- [21] Pantelidis, V. S. *Reasons to Use Virtual Reality in Education*. Consulta feita em 28/03/2001. Endereço URL: <http://eastnet.educ.ecu.edu/vr/reas.html>, 1995.
- [22] Papert, S., *Mindstorms: children, computer, and powerful ideas*. Second Edition New York: Basic Books, 1999.
- [23] Richter-Gebert, J.; Kortenkamp, U. H., *The Interactive Geometry Software Cinderella*. Berlin: Springer, 1999.
- [24] Rocha, Heloisa V.; Baranauskas, Maria C. C.; *Design e avaliação de interfaces humano-computador*. Escola de Computação, 2000.

- [25] Santos, Eduardo T., *Novas Tecnologias no Ensino de Desenho e Geometria*. Anais do I Encontro Regional do Vale do Paraíba de Profissionais do Ensino da Área de Expressão Gráfica, p 71-81, 2000.
- [26] Siever, Ellen; Spainhour, Stephen; Patwardban, N. *Perl in a Nutshell*. O' Reilly, 1999.
- [27] Sistema Operacional Linux Debian, disponível na URL: <http://www.debian.org/>.
- [28] Skillicorn, D. B. Using distributed hypermedia for collaborative learning in universities. *The Computer Journal*, 39, 471-482, 1996
- [29] Thomas, Michael D.; Patel, Pratik R.; Hudson, Alan D.; Ball, Donald A. Jr. *Programando em Java para Internet*. Makron Books, 1997.
- [30] Wall, Larry; Christiansen, Ton; Schwartz, Randal *Programming Perl*. O' Reilly, 1996.
- [31] King, J.; Shattschneider, D., *Geometry Turned On - dynamic software in learning, teaching and research*. Washington : Mathematical Association of America, 1997.
- [32] Melo, L. B.; Ferreira, J. M.; Pontes, J. D. A., *Um software Educacional para o descobrimento de Propriedades Matemáticas*. Anais do XX Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, 2000.

Softwares Consultados

1. Cinderella: The interactive Geometry Software - <http://www.cinderella.de/>
2. GSP: The Geometer' s Sketchpad - http://www.keypress.com/catalog/products/software/Prod_GSP.html
3. Cabri-Géomètre - <http://www.cabri.com.br/>