

FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA À DISTÂNCIA

Luiz Carlos Guimarães
Instituto de Matemática - UFRJ
<lcg@labma.ufrj.br>

INTRODUÇÃO

São muitas as razões que levaram um grupo de pesquisadores do Instituto de Matemática da UFRJ a considerar opções de ensino à distância. Dentre todas elas, talvez a mais relevante seja a necessidade de se encontrar formas de capacitar professores em exercício sem que estes precisem se deslocar de suas localidades de trabalho.

Desde 1996 um grupo de professores do Instituto de Matemática vêm dedicando um esforço considerável à formação continuada de professores de matemática. Este grupo resulta da soma dos esforços que já existiam em diversas áreas do ensino da matemática dentro do Instituto. Dele participam professores do Departamento de Métodos Matemáticos, do Departamento de Matemática Aplicada e os professores de diversos departamentos que integram o Projeto Fundação, com uma experiência de mais de quinze anos em formação continuada.

O Departamento de Métodos Matemáticos vêm trabalhando na reformulação dos cursos de Cálculo apoiado em recursos computacionais. A experiência adquirida está hoje registrada em livros (Rocha dos Santos et al., 1998, 2000). A participação na formação continuada de professores se integrou de forma natural neste desenvolvimento.

O Departamento de Matemática Aplicada da Universidade Federal do Rio de Janeiro possui experiência de mais de quinze anos na aplicação de tecnologias de informática no ensino de matemática. Diversos projetos realizados nesse período alcançaram repercussão, tendo sido premiados em concursos nacionais, a exemplo do concurso nacional de software educativo do MEC. No mesmo período também implantamos o Mestrado em Matemática Aplicada e

alguns projetos de ensino diferenciado na Graduação, a exemplo das Turmas Especiais de Engenharia em 1991. No momento estamos empenhados, dentro do programa PROTEM do CNPq, em um projeto de desenvolvimento de ferramentas para o ensino de Matemática à distância, utilizando a Internet. Estamos também desenvolvendo, dentro do programa PROIN, da CAPES, um projeto de modernização de disciplinas de Matemática de graduação no IM.

O Projeto Fundão atua desde 1983 no aprimoramento e capacitação de professores de matemática. Suas atividades incluem desde a produção de materiais didáticos, voltados para a aplicação em sala de aula nos ensinos fundamental e médio a encontros periódicos que congregam mais de 500 professores, com o objetivo de informá-los e incentivá-los a participar de atividades de formação permanente.

Desde a união destes esforços, em 1996, passaram pelos bancos da UFRJ professores em cursos de atualização, especialização e mestrado. Cabe aqui ressaltar alguns projetos já realizados: realizamos, em convênios com a CAPES e a FAPERJ, dentro do programa Pro-Ciências, diversos cursos de pós-graduação lato sensu para professores de matemática. Já recebemos, em cursos de Atualização de 120 horas, de Aperfeiçoamento e de Especialização de 360 horas, mais de 500 professores.

A experiência alcançada nestes anos de trabalho aponta a real necessidade de um sistema de educação continuada para o profissional de ensino escolar. Pode parecer paradoxal, mas o professor representa uma das poucas categorias profissionais que não dispõe de uma estrutura acessível para receber formação e/ou treinamento complementar após o término do curso de graduação. É um fato corriqueiro a presença, nos cursos ministrados por nós, de professores com mais de vinte anos de experiência sem qualquer participação anterior em atividades formais de atualização profissional.

Por outro lado, os professores de matemática representam categoria numerosa e distribuída no espaço físico brasileiro. Na figura 1, extraída de um dos relatórios do projeto financiado pelo convênio CAPES-FAPERJ (que é restrito ao

nosso estado), estão representadas as cidades que enviaram professores para um dos nossos cursos de atualização.

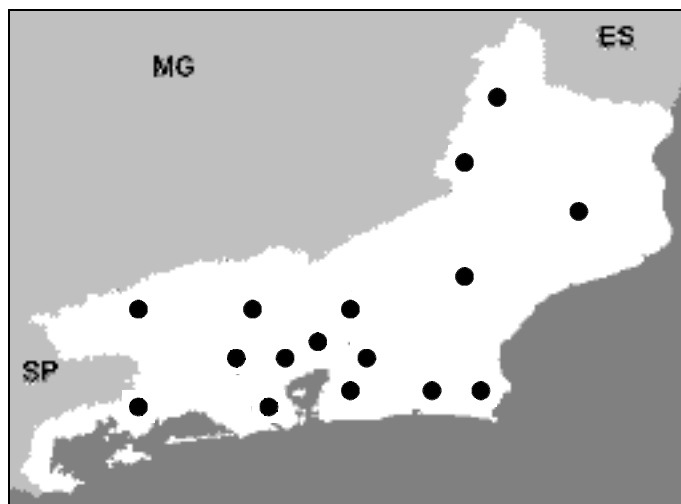


Figura 1: Cidades que enviaram professores para o curso de atualização em janeiro de 1997.

Apesar de não possuímos estatísticas sobre o número de professores de matemática com formação de nível superior em atividade no país, dados do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais) registram que, no ano de 1998, cerca de 8.000 formandos de matemática realizaram o Exame Nacional de Cursos (o Provão). Dados indicam também que, no ano de 1999, este número aumentou para 9.276 alunos. Mais de 90 % destes formandos são licenciados, o que significa que cerca de 17.000 novos professores de matemática podem ter iniciado suas carreiras apenas nos dois anos considerados.

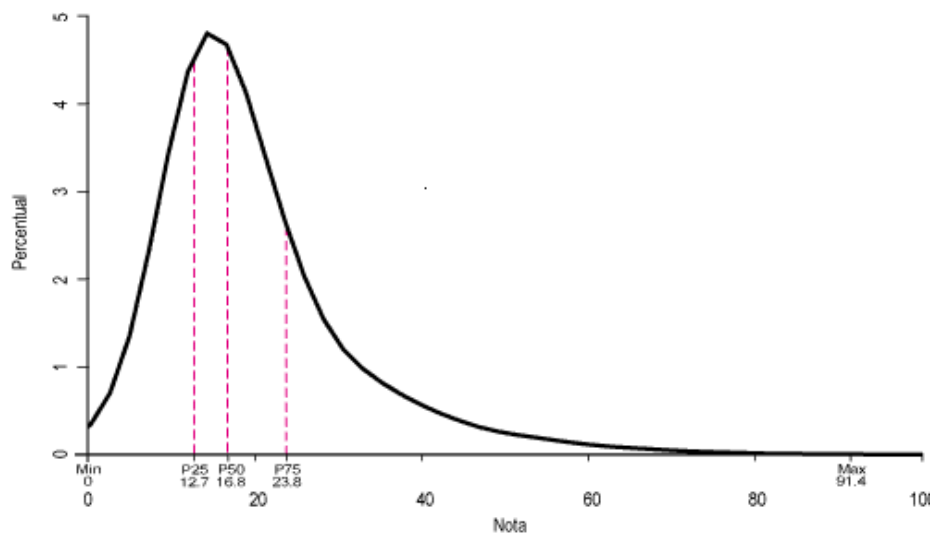


Figura 2: Resultados do Provão em Matemática, em 1999.

Quanto ao grau de preparo com que os professores iniciam suas carreiras, os resultados do “Provão” proporcionam um testemunho eloqüente: na figura 2, reproduzimos o gráfico divulgado pelo INEP, concernente à prova de 1999. Constata-se que apenas cerca de 2000, entre os mais de 9000 professores que se habilitaram a exercer a profissão de professor de ensino médio de Matemática a partir deste ano, acertaram mais de 24% da prova de avaliação!

Compare-se com o gráfico seguinte (figura 3), referente desta vez aos formandos em Medicina, e a urgência de cursos de formação continuada para professores fica ainda mais acentuada. Observe que, neste caso, 75% dos candidatos obtiveram nota superior a 4,0 na prova correspondente.

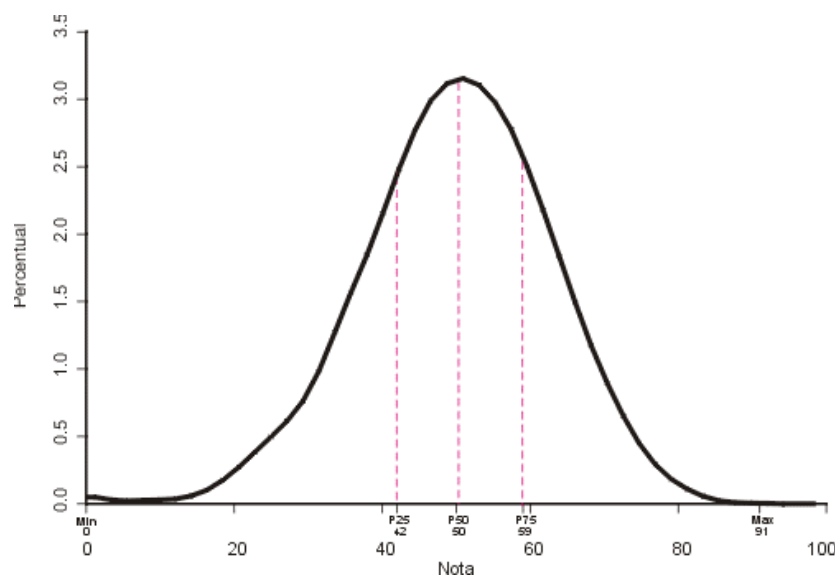


Figura 3: Resultados do Provão em Medicina, em 1999.

O contraste é ainda mais marcante se levamos em consideração que o futuro médico tem, ao contrário do professor, ainda pela frente um curso de pós-graduação, típico da carreira, antes de dedicar-se a uma especialidade.

Na tabela 1 apresentamos dados do número de matrículas nos diversos níveis de ensino. Se somarmos apenas o número de alunos do segundo segmento do ensino fundamental (5^a. a 8^a. séries, e o ensino médio, temos um total de 21.429.147 alunos que regularmente assistem aulas de matemática. Se

considerarmos uma estimativa grosseira de 1 professor de matemática para cada 200 alunos, teremos mais de 100.000 professores de matemática em exercício no país. Este número é extremamente conservador: se tomássemos como parâmetro os números do estado do Rio de Janeiro, para professores de matemática empregados pela SEE, e extrapolássemos tendo como indicador as estatísticas de número de alunos matriculados no ensino médio e 5ª a 8ª séries, teríamos este número apenas nas regiões Sul e Sudeste.

Nível de Ensino	Matrícula total
Pré-Escola	4.110.448
Classes De Alfabetização	807.171
Ensino Fundamental 1ª à 4ª série	21.377.130
Ensino Fundamental 5ª à 8ª série	14.461.242
Ensino Médio	6.967.905
Educação Especial	293.153
Educação de Jovens e Adultos	2.881.231
Ensino Superior	2.125.958
Soma de todos os níveis	53.024.238

Tabela 1: Número de matrículas pelos diversos níveis de ensino em 1997 (Fonte INEP).

Neste cenário, em que se pretende atingir uma clientela numerosa e muito dispersa geograficamente, a educação a distância se apresenta como alternativa vantajosa para um programa de especialização destes profissionais. Ela permite atingir professores distantes do centro produtor de conhecimento, sem a necessidade de deslocamentos de pessoal das Universidades ou dos professores que irão acompanhar os cursos. No caso do curso referido na figura 1, mais da metade do orçamento foi gasto com a ajuda de custo aos professores que se deslocavam de suas cidades para o Rio de Janeiro para assistir as aulas. Mesmo em um estado pequeno como o do Rio de Janeiro, alguns grupos desses professores gastavam mais de seis horas em deslocamentos, em um único sentido.

A outra característica vantajosa do ensino à distância para cursos de formação permanente de professores é a escalabilidade. Com a equipe de que dispomos nas Universidades não seria possível atender, em cursos presenciais, mais do que uma fração extremamente reduzida da população de licenciados em

Matemática que necessitam de cursos de aperfeiçoamento profissional. Na modalidade à distância, seria possível deslocar apenas um docente de uma equipe para atender, com auxílio de tutores, a um grupo de até 500 professores em uma mesma disciplina.

Assim sendo, para atender a uma demanda crescente de professores de Matemática que percebem a importância da formação permanente como forma de melhoria de suas atividades profissionais, consideramos como prioritário o desenvolvimento de ferramentas educacionais computacionais que pudessem ser usadas para viabilizar cursos à distância em matemática. Observe que a comunicação matemática não se baseia apenas em componentes textuais. Gráficos, equações, tabelas, figuras geométricas devem ser integradas a esta comunicação, e as ferramentas usuais para ensino à distância via Internet não são adequadas para atender este tipo de demanda de comunicação.

Foram especificadas e estão em desenvolvimento ferramentas computacionais adequadas à confecção de materiais de ensino de matemática, para serem usadas em programas de educação à distância de uma forma geral e, particularmente, na reciclagem de professores de matemática de nível médio e fundamental. A partir deste ferramental, propõe-se a criação e implantação de um sistema de suporte à aprendizagem na Internet, conjugado ao uso intensivo do computador dentro e fora da sala de aula, tanto pelo professor quanto pelo estudante.

As ferramentas em processo de desenvolvimento no nosso projeto podem ser divididas em dois grupos:

- as de Geometria Dinâmica: no plano (o Tabulæ) e no espaço (o Mangaba), voltadas para a sala de aula presencial, mas que também podem ser utilizadas em experiências de educação à distância, devido aos mecanismos de comunicação nelas implantados, e
- aquelas voltadas para o desenvolvimento, gerenciamento e comunicação síncrona em cursos em matemática, utilizando recursos WWW.

AS FERRAMENTAS DE GEOMETRIA DINÂMICA

O conceito de Geometria Dinâmica surgiu a partir de 1988, em decorrência de avanços nas características de interatividade dos computadores pessoais. O usuário tem ao seu dispor uma construção geométrica precisa e interativa, algo inatingível antes do aparecimento deste tipo de software: todas as instâncias de uma determinada construção são alcançáveis pelo simples expediente de “arrastar” (com o “mouse”) um elemento apropriado dessa construção, visível na tela. Como as propriedades geométricas da construção se mantêm e são visíveis durante o processo, isto incentiva o aluno em atividades exploratórias e investigativas com respeito a essas mesmas propriedades, o que faz destes programas ferramentas computacionais poderosas para o ensino e mesmo para a iniciação em investigação científica em Matemática.

O Tabulæ¹

O programa Tabulæ, ilustrado na figura 4, foi desenvolvido com modernas metodologias de orientação a objetos². Por estar sendo programado em linguagem Java, pode ser executado na maioria dos sistemas operacionais (por exemplo: Windows, Linux e Macintosh) e pode receber atualizações com grande facilidade.

A estrutura do programa é dividida em três blocos distintos, a saber: a *Interface Gráfica*, que é o componente visível do software, o *Kernel Matemático*, responsável por representar internamente os objetos geométricos e integrar suas propriedades, e a *Interface de Comunicação*, componente responsável pelo *compartilhamento de objetos*, uma característica inovadora do programa, responsável por suas possibilidades para a educação à distância.

Diferentemente de outros programas de Geometria Dinâmica, a interface de comunicação do Tabulæ possibilita o compartilhamento de objetos

¹ O nome Tabulæ era dado ao conjunto de tábuas de cera que os antigos gregos e romanos usavam para rabiscar mensagens e diagramas

² No paradigma de orientação a objetos, chamamos de *objeto* qualquer estrutura, complexa ou não, que agregue alguma semântica.

geométricos não só em redes locais, mas também através da Internet, ou seja, é possível que um usuário faça uma construção geométrica no Tabulæ e a envie para outro(s) usuário(s) cujos computadores estejam conectados à rede. Esta característica é particularmente importante se considerarmos a necessidade de ferramentas para a educação à distância em Matemática (Coimbra, 2001; Guimarães et al., 2001).

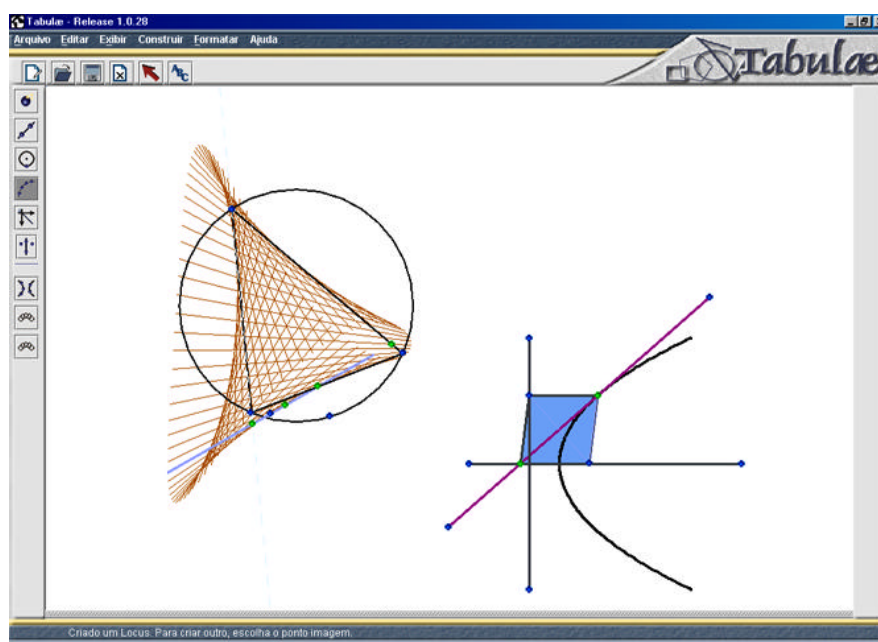


Figura 4: O Tabulæ, um software de Geometria Dinâmica.

O MANGABA: UM SOFTWARE DE GEOMETRIA ESPACIAL

Uma outra preocupação nossa estava na inclusão de modelos tridimensionais em ambiente de geometria dinâmica, pois havia indícios de pesquisa que a visualização espacial era um ponto de importância a ser destacado nos cursos de formação de professores (ver Guimarães et al., 2000). Assim, estamos também desenvolvendo uma ferramenta para desempenhar a tarefa de representar sólidos espaciais em ambientes computacionais. Este software chama-se Mangaba.

O Mangaba é uma ferramenta computacional sem similar no mercado internacional, e visa contribuir para resolver um problema fundamental no ensino de Geometria Espacial: a dificuldade de visualização espacial dos alunos. Da

mesma forma que no Mangaba, as possibilidades de compartilhamento de construções transformam este programa em uma ferramenta que pode ser disponibilizada para o ensino à distância em matemática.

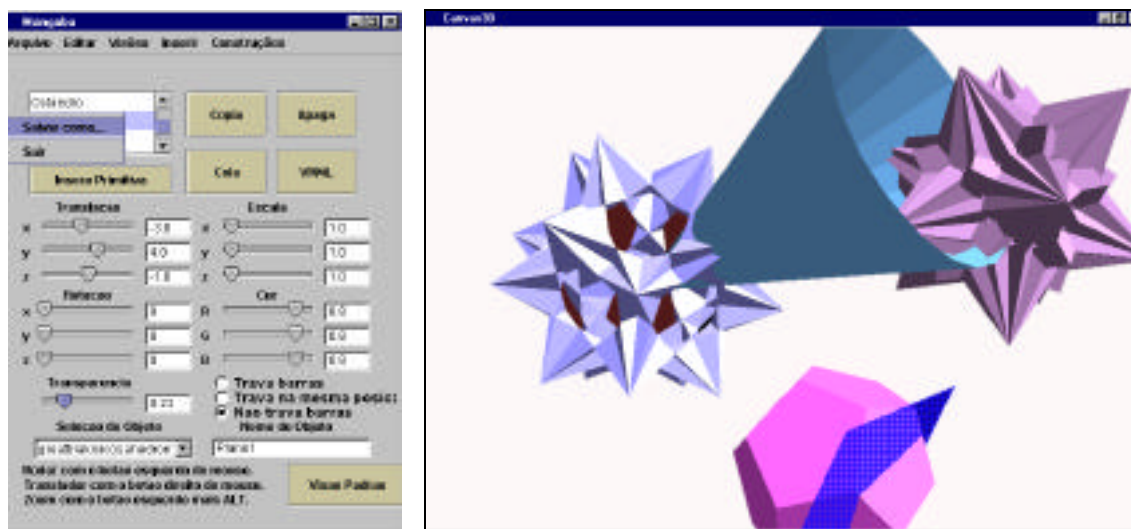


Figura 5: O Mangaba e uma cena gerada pelo software

Na figura 5, ilustramos uma cena criada com o Mangaba. Combinando os recursos das linguagens Java 3D e VRML (Virtual Reality Modelling Language), ele permite a construção de modelos tridimensionais na tela do computador. Os modelos criados permitem boa interatividade e são capazes de grande mobilidade, permitindo sua observação de qualquer ponto de vista escolhido. Como no caso do Tabulæ, a clientela potencial do Mangaba inclui desde crianças nas séries iniciais do ensino fundamental até professores e alunos nas universidades, sendo especialmente importante como recurso no ensino médio.

A INTERFACE DE COMUNICAÇÃO DOS PROGRAMAS DE GEOMETRIA DINÂMICA.

Com o advento da Internet, foi aberta uma nova dimensão para educação à distância, onde é possível a troca de informação interativa entre os alunos, professores e instituições. Isto traz uma série de vantagens, tais como facilitar o esclarecimento de dúvidas, diminuir o isolamento dos alunos e favorecer a obtenção de informações sobre seu andamento (MSRI, 1999), motivando o aprendizado.

A troca de informações pode ser do tipo *assíncrona*, na qual os participantes não precisam estar presentes no momento em que a informação é transmitida, ou do tipo *síncrona*, na qual os pares precisam estar conectados à Internet no momento em que ocorre a comunicação. A literatura tem demonstrado que a utilização dos *chats* como única ferramenta para comunicação síncrona gera discussões com pouca profundidade, acarretando perda de interesse por parte dos alunos. Desta forma, é necessário o desenvolvimento de ferramentas de apoio, para que a comunicação síncrona possa ser mais bem aproveitada em situações de ensino à distância.

Quando consideramos o ensino de Matemática (geometria em especial) este problema se acentua pois, neste caso, a comunicação demanda uma série de componentes não textuais. Foi com o intuito de preencher estas lacunas no ensino de Matemática à distância, que elaboramos um mecanismo de compartilhamento de construção, que deverá ser uma característica tanto do Tabulæ quanto do Mangaba. A possibilidade de se enviar, através de um ambiente de rede, figuras geométricas dinâmicas e até mesmo as diversas etapas da elaboração correta de construções geométricas pode ocasionar uma diferença fundamental para o processo ensino aprendizagem à distância desta disciplina.

Através da utilização dos recursos de comunicação, propomos que seja permitido ao professor elaborar uma construção que seja acompanhada simultaneamente pelos seus alunos conectados à Internet. A ferramenta permite também que o aluno envie mensagens, permitindo ao professor um *feedback* imediato. Desta forma, cada etapa de construção tem um ritmo semelhante ao vivenciado em sala de aula, e o professor teria controle não apenas das etapas construtivas, mas também do ritmo a ser empregado em cada construção.

Na figura 6, esquematizamos de forma simplificada o sistema de gerenciamento de comunicações, que é o responsável pela distribuição das ordens de mímica de comportamento. Observe que o computador do professor não troca informações diretamente com as máquinas dos alunos. O gerente de comunicação (GC), agente mediador dessa comunicação, apenas reflete as informações vindas do professor para as aplicações de cada aluno, para sua

mimetização. É o servidor que mantém também as informações sobre os alunos conectados e faz o registro das ações intermediadas.

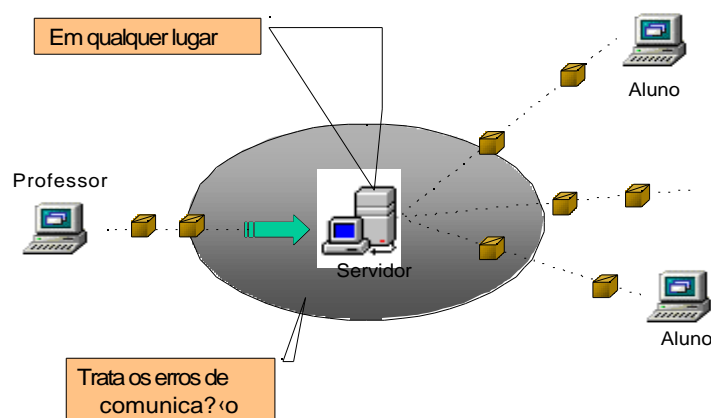


Figura 6: Esquema mostrando o compartilhamento dos objetos.

Para tornar viável o compartilhamento em tempo real, nós criamos um mecanismo de programação que denominamos *mímica de comportamento*. Para descrever este procedimento de uma forma resumida, podemos considerar que não são os objetos que são compartilhados pelos diversos usuários conectados em rede, mas sim o comportamento do resultado da interação destes objetos. O resultado da manipulação de vários objetos complexos é codificado para que seu comportamento possa ser distribuído e “imitado” pelos objetos correspondentes em outras máquinas. Embora esta característica não seja perceptível ao usuário, o procedimento de *mímica de comportamento* dos objetos reduz dramaticamente a quantidade de informação que deve ser transmitida pela rede, otimizando o seu uso e permitindo que estas operações ocorram com a velocidade necessária para interações em tempo real. Este procedimento tem se mostrado eficiente, mesmo com um número elevado de alunos conectados em rede e em situações com redes de baixa velocidade como as existentes hoje no país.

Hoje já é possível mandar construções utilizando o Tabulae. A figura 7 ilustra a ferramenta de acesso a Internet, que pode ser acessada pelo menu do programa.

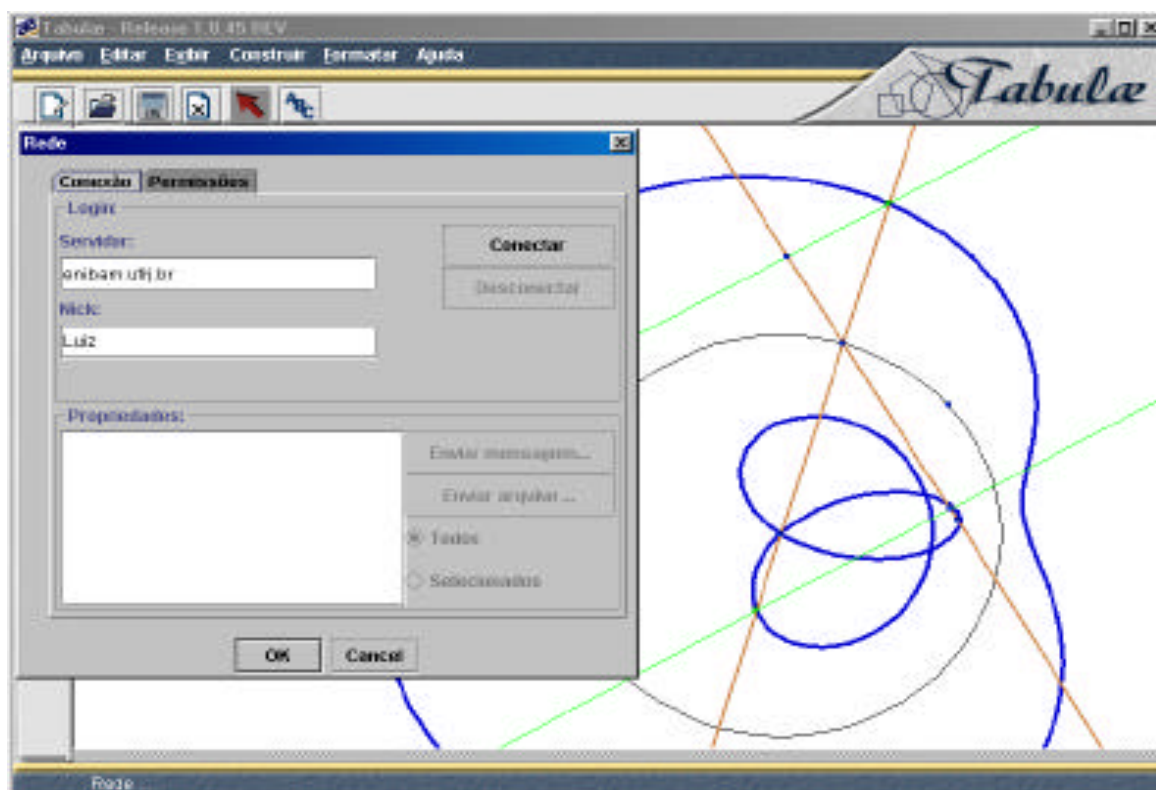


figura10: A ferramenta de acesso à rede www no Tabulæ.

AS FERRAMENTAS DE GERÊNCIA DE CURSOS E COMUNICAÇÃO MATEMÁTICA

O PULSAR

O Pulsar é um ambiente de aprendizagem colaborativa via Internet, destinado a estabelecer comunidades virtuais de estudo. Ele integra diversas funções em um mesmo ambiente: fórum de discussões, chat-room (veja a descrição do Mathchat), hipertextos de conteúdos, correio eletrônico, quadro de avisos, estatísticas, lista de participantes e outros, facilitando a comunicação e permitindo o estudo em grupo via rede. Estas funções são disponibilizadas em módulos, e se destinam a facilitar aspectos fundamentais para o bom desenvolvimento de um curso à distância, tais como comunicação, administração e o suporte do conteúdo. Esses módulos possibilitam também a interatividade entre o grupo de participantes do curso, permitindo a construção conjunta do conhecimento e um ambiente de aprendizagem colaborativo. Desta forma, o

Pulsar possibilita a criação de um ambiente onde as pessoas são protagonistas da sua aprendizagem.

O sistema Pulsar encontra-se em constante processo de implementação. O objetivo é buscar a qualidade, permitir configurações personalizadas, adaptar novas funções e facilidades. Os usuários do Pulsar são classificados em categorias, com funções e níveis de acesso pré-determinados: administrador (que gerencia cursos e usuários), tutor (que habilita participantes nos cursos e é responsável pelas informações pertinentes ao curso), e usuários (que podem acessar todos os módulos do sistema, interagindo e cooperando com os outros participantes do curso).

Cada disciplina integrada ao Pulsar tem acesso aos seguintes recursos:

1. Informações (no submenu encontram-se as opções Plano de Curso e Estatísticas).
2. Lista de Participantes (em funcionamento).
3. O MATHCHAT (que, por sua importância, será descrito separadamente).
4. Correio eletrônico do PULSAR (em funcionamento).
5. Fórum de discussões (em funcionamento).
6. Quadro de Avisos (em funcionamento).
7. Gerenciador de Questões e Conteúdos (em desenvolvimento).

Em uma descrição resumida destes itens, podemos dizer que o módulo de Informações é destinado a divulgar informações específicas sobre o trabalho a ser realizado em cada disciplina. O quadro de avisos tem como objetivo organizar e agendar as atividades planejadas em cada disciplina.

O Fórum funciona como uma sala de discussões. Os participantes podem sugerir temas a serem discutidos, bem como apresentar opiniões sobre eles. Os comentários ficam disponíveis a todos, podendo ser acessados a qualquer momento. O Correio eletrônico do Pulsar é um correio interno, que tem como principal objetivo a comunicação entre os participantes. Ele permite ao usuário ler,

criar, responder, encaminhar e excluir mensagens, para todos os participantes do curso ou para participantes selecionados.

O módulo gerenciador de questões e conteúdo permite que professores (administradores) e tutores disponibilizem materiais digitais. Pelo fato de possibilitar inserir arquivos em qualquer formato (como, por exemplo, doc, pdf, html, etc.) ele facilita a interação do usuário na Internet. Permite também gerar testes objetivos com correção automática.

O módulo "Participantes" apresenta uma lista com todos os alunos que estão cursando a disciplina. Permite visualizar os dados pessoais e cadastrais de cada um. Por meio deste módulo é possível conhecer um pouco mais sobre as pessoas que estão participando de um mesmo curso.

O MATHCHAT

O MathChat é uma ferramenta que realiza a integração de softwares matemáticos a um ambiente de comunicação síncrona, possibilitando a utilização de salas virtuais que fazem uso da linguagem matemática para discussões, seminários e aulas. Comunicando-se através do MathChat, os usuários podem trocar, além de mensagens textuais, fórmulas, expressões, gráficos e animações planas e tridimensionais. Mesmo a transmissão de fórmulas para ensino assíncrono ainda possui literatura bem recente (Majewski, 1999). Isto tem sido uma limitação no intercâmbio de informações em ciências exatas pela Internet, visto que a linguagem matemática, com forte componente não textual (Guimarães et al., 2001), não poderia estar presente em discussões síncronas, apenas em conteúdos pré-preparados para leitura.

O software que estamos desenvolvendo fornece uma interface gráfica para que o usuário possa acompanhar uma reunião, enviar mensagens ao grupo e comandos ao software matemático. As mensagens e comandos enviados pelos aplicativos clientes são transmitidos à máquina servidora do MathChat, onde está hospedado o aplicativo servidor. Este é responsável pela gerência do conteúdo da reunião e notifica os aplicativos clientes quando houver necessidade de atualização.

O aplicativo servidor lida de maneiras diferentes com mensagens simples e com os comandos requisitados. As primeiras exigem apenas um registro de ocorrência. Os comandos, entretanto, são convertidos para a linguagem compreendida pelo software matemático e a ele transferidos. Ao fim do processamento de cada comando, seu resultado é coletado e apropriadamente inserido no conteúdo da reunião.

A primeira implementação do MathChat foi desenvolvida em PHP, linguagem de programação para criação dinâmica de documentos WWW, e seu interpretador funciona conjuntamente com um servidor WWW. A escolha dessa linguagem nos trouxe duas grandes facilidades em representar o modelo de comunicação. A primeira foi o aproveitamento da funcionalidade de um servidor WWW, o que nos poupou parte do trabalho de lidar com fluxo de dados na rede. A outra foi a possibilidade de utilizar uma linguagem simples, a HTML, para a elaboração visual do aplicativo cliente. Para os usuários, uma vantagem desta escolha é não ser necessário instalar nenhum software para utilizar o MathChat, já que qualquer programa navegador (browser) pode ser usado. Outra escolha tomada na primeira implementação foi a do software matemático para os testes, quando foi decidido usar o Maple V. Entre as razões que nos levaram a tal opção está o fato de que o Maple é um software de matemática simbólica bem conhecido, sendo uma linguagem amplamente difundida no meio acadêmico. Outras alternativas foram estudadas e continuam sendo consideradas para as próximas versões, sendo que algumas delas indicam o uso de um conjunto de programas, ao invés de apenas um.

O aplicativo cliente é, conforme já foi dito anteriormente, responsável pela interface gráfica com o usuário, permitindo-lhe realizar duas tarefas básicas: acompanhar o andamento de uma reunião e efetivamente participar dela, contribuindo com mensagens, expressões, gráficos, etc. A interface lembra as salas de “chat” existentes na Internet, com a diferença que existem três quadros: um para exibição do conteúdo da reunião, outro para envio de mensagens e comandos a serem processados no servidor, e um terceiro para a composição de expressões matemáticas. Assim, as mensagens trocadas podem ser de quatro

tipos: mensagem simples, expressão matemática, imagem estática representando um gráfico, ou animação. Em todos os casos, é acompanhada do nome do participante que a enviou e da hora. Existe também a possibilidade de se enviar um arquivo, que denominamos script, com uma seqüência de comandos a executar. A figura 8 mostra o resultado obtido por um comando de gráfico tridimensional.

10:32 - Rafael : Gráfico

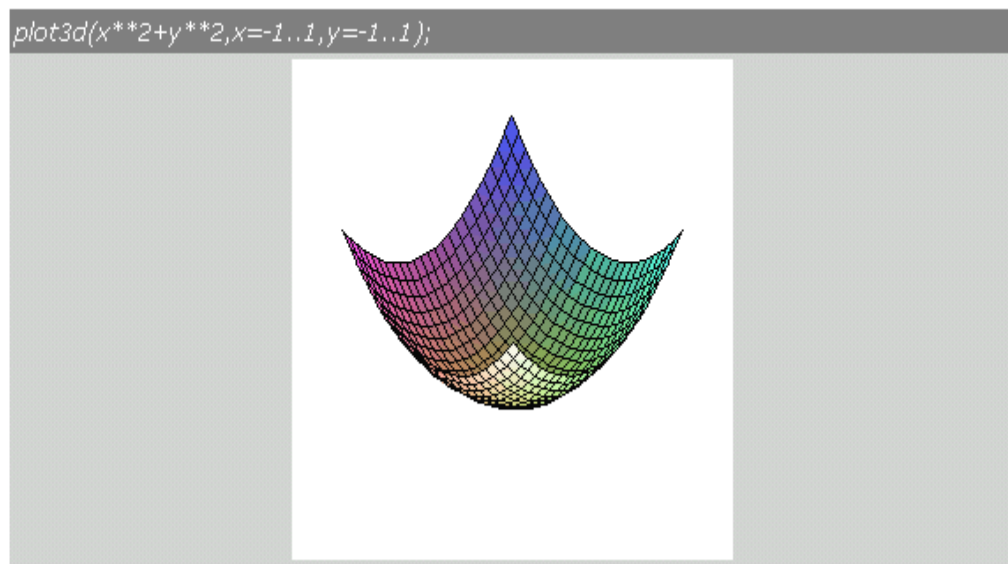


figura 8: Gráfico tridimensional traçado no **Mathchat**.

Ao se permitir que diversos usuários realizem cálculos através de rede, ao invés de localmente, apenas a máquina servidora precisa hospedar o software responsável por suas computações (Xiao, 1999). Além disso, diferentes escolhas de programas de matemática não exigem diferentes interfaces gráficas com o usuário, apenas a utilização da linguagem adequada para os comandos. Daí a importância em se pesquisar formas de tornar a ferramenta independente de tal sintaxe, o que é um de nossos objetos de pesquisa no momento.

A incorporação do conceito de computação simbólica via rede a um ambiente de comunicação síncrona permite que o conteúdo produzido seja compartilhado por participantes em locais fisicamente distintos. O uso colaborativo de aplicativos de computação matemática, aliado à troca de mensagens textuais

entre os participantes, permite ao MathChat atingir um campo ainda maior de aplicações, como aulas e discussões de ciências exatas.

É possível realizar, por exemplo, exposições previamente preparadas por um professor ou pesquisador, através do uso dos scripts de comandos. Comentários adicionais, como o esclarecimento de dúvidas, podem ser feitos durante as reuniões, em tempo real. Também os alunos podem enviar comandos, o que lhes permite expressar matematicamente suas dúvidas.

Discussões e seminários exigem reuniões em que uma maior quantidade de usuários envie comandos ao software matemático. Mesmo em locais fisicamente distintos, estudantes e pesquisadores podem ter suas idéias expressas e compartilhadas por mensagens textuais, fórmulas e componentes gráficos. Existe também a possibilidade de se realizar simulações experimentais, em geral efetuadas em softwares de matemática simbólica, que podem ser acompanhadas simultaneamente por todos participantes de uma sessão do MathChat.

Está sendo realizada atualmente uma segunda implementação do MathChat, desta vez em Java, linguagem de programação de alto nível. Na versão em desenvolvimento, o aplicativo servidor é independente tanto do servidor WWW, quanto do interpretador de PHP, diminuindo os requerimentos para preparar uma máquina para ser servidora do MathChat.

O aplicativo cliente, por sua vez, torna-se independente de um programa navegador. Uma das principais metas para esta versão é ampliar os recursos da interface gráfica, minimizando a necessidade de se conhecer a linguagem do software matemático para enviar-lhe comandos. Quando for alcançado este objetivo, o oferecimento de uma gama maior de softwares matemáticos será ainda mais interessante, visto que um usuário poderá explorar seus recursos mesmo com pouca familiaridade com a sintaxe de seus comandos. Na figura 9, apresentamos a interface gráfica da implementação atual do MathChat.

O MathChat, em sua primeira implementação, pode ser acessado através do endereço: <http://enibam.labma.ufrj.br/mathchat/>.

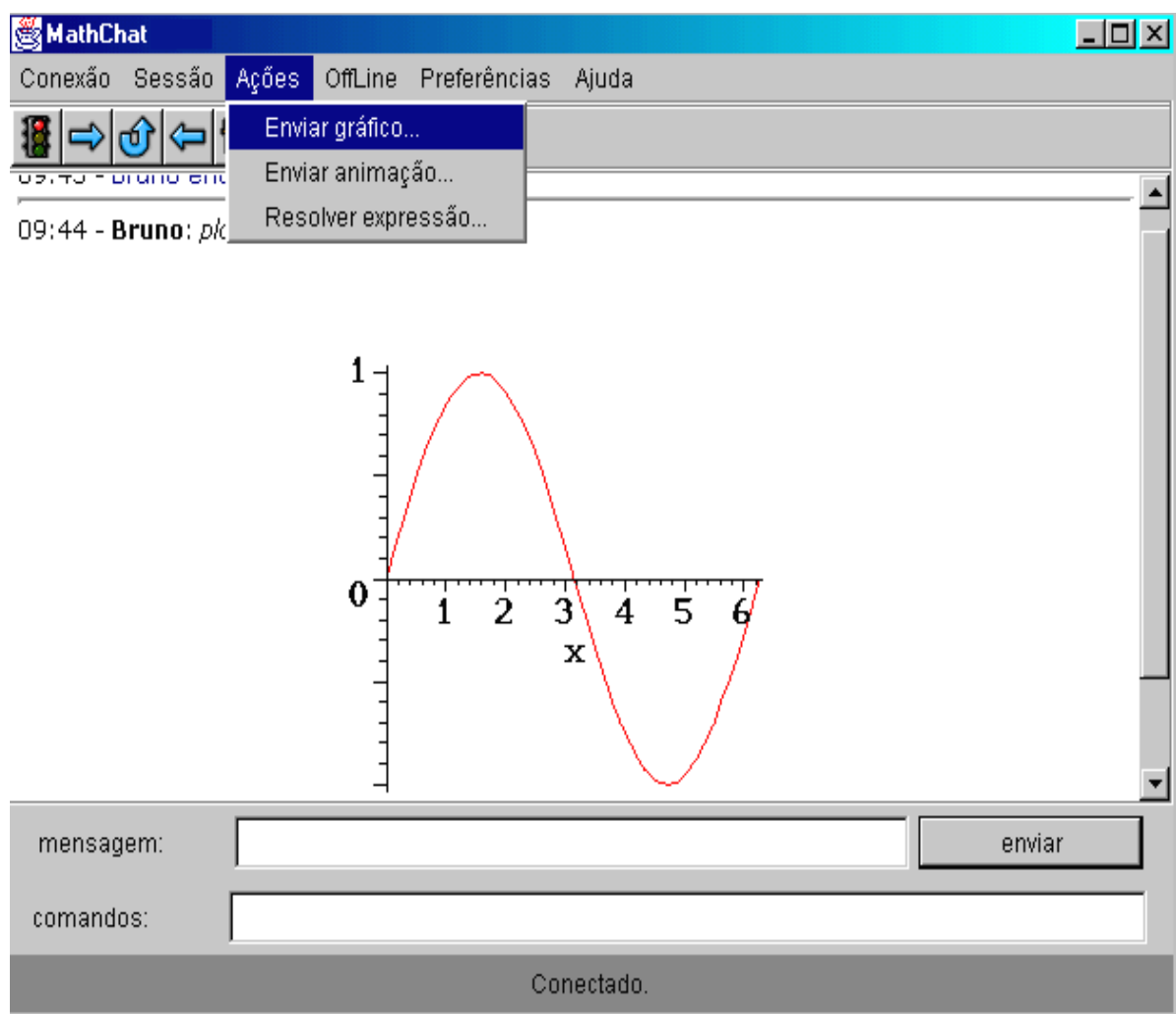


figura 9: a interface gráfica da implementação atual do **MathChat**.

CONCLUSÕES

Para exemplificar o esforço que o governo e a sociedade brasileira estão fazendo para criar o acesso à tecnologia de computadores a todas as camadas sociais da população brasileira, basta citar, a nível Federal, o programa ProInfo, de dotação de equipamentos computacionais para as escolas públicas, e o programa anunciado recentemente pela ANATEL, que pretende totalizar 300.000 computadores em escolas conectados à Internet e beneficiando quase sete milhões de estudantes³. Porém, devemos considerar que estes recursos não

³ O governo brasileiro apenas segue uma tendência hoje majoritária em outros países. O exemplo da Inglaterra é ilustrativo: lá, 90% das escolas (do correspondente à quinta série ao final do segundo grau) dispõe de redes com um mínimo de 40 computadores conectados à Internet. A

estarão realmente disponíveis para o ensino nessas escolas se nelas não existirem também os softwares de ensino adequados, e se estes não forem também suficientemente acessíveis para que os alunos possam utilizá-los (eventualmente!) até em suas próprias residências e/ou comunidades.

Assim, a disponibilidade, nas escolas brasileiras, de boas ferramentas para o ensino em disciplinas específicas é fundamental para garantir que o investimento em facilidades computacionais renda os benefícios esperados pela sociedade, ou seja, que contribua efetivamente para melhorar as condições de ensino. Na ausência delas, esse investimento somente terá o reflexo econômico de formar as novas gerações de consumidores de que a indústria necessita.

O papel da Universidade neste momento é fundamental. É neste ambiente que será possível realizar atividades de pesquisa e extensão que possam contribuir para o aproveitamento dos equipamentos computacionais no esforço de melhora das condições de ensino. Neste artigo, esperamos ter demonstrado que é possível desenvolver materiais apropriados para o ensino de matemática. Esperamos ter também esclarecido que este desenvolvimento se apoia fortemente em atividades de pesquisa, devido à natureza especialmente complexa das aplicações da computação no ensino da matemática. Paradoxalmente, uma das possíveis razões para esta complexidade seja exatamente a relação de proximidade entre as ciências de Computação e Matemática. Muito embora, desde o desenvolvimento dos primeiros computadores, esta afinidade tenha induzido a experimentação do uso daquela no ensino desta última, a própria proximidade sempre levou a demandas difíceis de satisfazer com as máquinas que estavam disponíveis até épocas recentes.

Uma outra preocupação discutida neste artigo é a necessidade de materiais apropriados para o ensino à distância, em especial quando consideramos a necessidade de formação continuada para o professor de matemática em exercício. Em um país com as dimensões do nosso, e com um sistema educacional que atende aproximadamente 50 milhões de alunos nos

ensinos fundamental e médio nos dias de hoje, a menos que possamos contar com uma rede eficiente de educação à distância, não há possibilidade das universidades brasileiras poderem lidar com a demanda crescente por formação inicial e continuada de professores. A necessidade de softwares que possam ser usados como um suporte auxiliar para estudantes em cursos de educação à distância fez com que nos dedicássemos a desenvolver ferramentas com características especialmente voltadas para esta forma de ensino.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, pelas bolsas de apoio técnico e de iniciação científica concedidas aos alunos participantes do projeto, e pelo financiamento parcial do projeto ENIBAM, ao qual as atividades discutidas neste artigo estão vinculadas. Um agradecimento especial ao “time” de co-autores do projeto: Alexandre Tessarollo, Aline S. Ferreira, Bruno Rothgiesser, Celso G. Barreto Júnior, Diego Carvalho, Elizabeth Belfort, Fábio G. Menezes, João Carlos S. Freitas, Leonardo F. Almeida, Rafael Barbastefano, Rodrigo S. Moreira, Rodrigo A. Hausen, e Thiago G. Moraes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Coimbra - *Eletronic Media in Mathematics*, Departamento de Matemática, Universidade de Coimbra. www.mat.uc.pt/EMM, 2001.
- Commission of the Mathematical Association of America - Report on the Training of Teachers of Mathematics. *American Mathematical Monthly*, 1935, Vol. XLII, pp. 263-277.
- Guimarães, L. C. , Belfort, E. & Barbastefano, R. - Tools for Teaching Mathematics: a Case for Java and VRML. *Computer Applications in Engineering Education*, Vol. 8, no. 3, 2000.
- Guimarães, L. C., Barbastefano, R. G & Belfort, E. - Tabulæ and Mangaba: Dynamical Geometry with a Distance Twist. A aparecer nos *Anais de The 5th International Conference on Technology in Mathematics Teaching*. Klagenfurt: ICTMT. 2001.
- INEP: *Provão - Exame Nacional de Cursos: Relatório Síntese*. Brasília, DF: MEC. 2000.
- Majewski, M.- Publishing mathematics on the world wide WWW, *Journal of Computer Assisted Learning*, 15, p. 139-148, 1999.
- MSRI.: *The Future of Mathematical Communication*. Berkeley, 1999.
- Rocha dos Santos, A. et alii - *Introdução às Funções Reais, um Enfoque Computacional*. IM-UFRJ, 1998.
- Rocha dos Santos, A. e Bianchini, W. - *Aprendendo Cálculo com o Maple*. IM-UFRJ, 2000.
- Xiao, G.- *A server for interactive mathematics on the internet*. Nice, Université de Nice, 2000.