

PRODUÇÃO DE MATERIAL PARA ENSINO DE MATEMÁTICA: LEM, iMÁTICA E iGEOM

Leônidas de Oliveira Brandão

Departamento de Ciência da Computação
Instituto de Matemática e Estatística -
Universidade de São Paulo
Rua do Matão 1010, Cid. Universitária,
São Paulo, CEP 05508-900
endereço eletrônico: leo@ime.usp.br

Resumo: *Um Professor antes de “entrar na sala de aula”, deve primeiro definir o método de ensino a ser aplicado e para isso é necessário definir a priori seus objetivos de ensino. Um objetivo razoável é que os alunos assimilem os tópicos discutidos. Apenas sob esta premissa já poderíamos encontrar uma boa justificativa para o uso do Computador, que é sua capacidade de gerar imagens e animações. Porém, se adotarmos a “autonomia intelectual e do pensamento crítico” [3] do aluno como uma das metas, podemos aproveitar ainda mais a capacidade do Computador, usando-o como bancada de testes para o aluno procurar (fase de conjecturas) e testar relações (fase de demonstrações ou de contra-exemplos). Deste modo, nesta visão simplificadora do ensino, enunciaremos três tipos de aprendizagem: aprender ouvindo, vendo ou fazendo. Quanto à adequação destas opções à meta de autonomia crítica, pensamos que um antigo ditado chinês a responde satisfatoriamente: o aluno ouve e esquece, vê e se lembra, mas só compreende quando faz. Neste trabalho apresentaremos algumas idéias de como o Computador pode auxiliar nesta meta de aprendizagem significativa a partir de nossa experiência na criação do Laboratório de Ensino de Matemática (LEM), no IME-USP. Além disso, apresentaremos dois projetos para “aprendizado à distância”, um deles é um conjunto de páginas com uma linha do tempo de Matemática (iMática) e o outro é um programa de Geometria Dinâmica (iGeom), que pode inclusive ser usado em páginas Web.*

Palavras-chaves: *Ensino de Matemática, Computador no Ensino, Geometria Dinâmica, Aprender Fazendo.*

Abstract: *Before a teacher "gets into the classroom", he must define the method to be applied and for this, it is necessary to define his classroom goals. A reasonable goal for any teacher is the comprehension of his subjects by the students. Considering only this target, is reason enough for the use of Computers in classes, because of its capacity of visualization and animation. On the other hand, if we adopt as target the "intellectual autonomy and the critical thought" ([3]) of the student, we can use Computers in a better way. It can be used in a "research approach" as a tool table to help the student in his search (conjectures phases) and to test relations (demonstration or counter-examples phases). Therefore, under this simplified point of view, we can quote the Chinese saying: "the student listens and forgets, sees and remembers, but there is comprehension just when he performs". In this work, we present some ideas about how Computers can help in this "significant learning", by using our experience in a laboratory created for this goal, named Laboratório de Ensino de Matemática (LEM), at IME-USP. We also describe our projects to provide distance learning (on Internet). One is a set of Web pages with a time line history of Mathematics (iMática) and another is our software for Dynamic Geometry (iGeom), that can be used directly in Web pages.*

Key words: *Mathematics Teaching, Computador no Ensino, Geometria Dinâmica, Aprender Fazendo.*

1. INTRODUÇÃO

Desde o início do século XX, educadores e tecnocratas têm tentado aplicar à educação todas as inovações tecnológicas ligadas à comunicação, desde o surgimento do rádio (rádio, TV e vídeo), sendo que nenhuma delas ganhou destaque na educação. Com o Computador não foi diferente, tendo-se tentado incorporá-lo ao ensino, *informática no ensino*, sob diferentes objetivos, desde meados da década de 50 ([30]). Porém, este também não conseguiu destaque nesta função até a década de 80, apesar de trazer duas grandes vantagens sobre as outras tecnologias tentadas: contém as características das tecnologias anteriores, além de apresentar um grande potencial individualizador, permitindo uma interação direta com o usuário, o que inexistia nas outras tecnologias [30].

Com o advento dos microcomputadores, nos anos 80, e seu conseqüente barateamento, o Computador passou a ganhar grande destaque no ensino e sugeriram muitos projetos nesta direção, inclusive no Brasil. O MEC, por exemplo, lançou dois projetos marcantes: em 1983 o programa EDUCOM (*COMputadores na EDUcação*) e em 1997 o ProInfo (*Programa de Informática na Educação*) ([22], [26], [30]). O ProInfo, que ainda está ativo, "é um programa educacional que visa à introdução das Novas Tecnologias de Informação e Comunicação na escola pública como ferramenta de apoio ao processo ensino-aprendizagem" (<http://www.proinfo.gov.br>).

Atualmente, devido à importância adquirida pelo Computador em nossa sociedade, além da *informática no ensino*, passou a existir uma preocupação também com a

“alfabetização em informática”, ou seja, com o *ensino de informática*. Outra dicotomia que ganhou força na década de 90, esta advinda da **Internet**¹, é o *ensino presencial* versus o *ensino à distância*, incorporando ao uso do Computador os objetivos educacionais das tecnologias de comunicação de massa (rádio e TV).

Nosso interesse está centrado no uso do Computador no ensino de Matemática, e por isso, quanto à primeira dicotomia acima apontada, discutiremos apenas a informática no ensino. Quanto à segunda, nos concentraremos no ensino presencial (com professor e alunos na mesma sala, no mesmo momento), mas também abordaremos o ensino à distância via **Web**². Quando falamos em ensino à distância estamos nos restringindo, até o momento, à disponibilização de material didático na Web.

Em resumo, a partir de nossa experiência, discutiremos neste texto as seguintes questões:

1. Como o Computador pode ser usado, principalmente em sala de aula, de modo a facilitar um ensino significativo de Matemática ?
2. Como o Professor, com o auxílio do Computador, pode ajudar o aluno a construir com significado seu conhecimento Matemático ?

Nas demais seções deste trabalho, procuramos responder às questões acima, de um ponto de vista prático, utilizando nossa experiência no Laboratório de Ensino de Matemática (LEM), no desenvolvimento do programa de **Geometria Dinâmica (GD)**, *iGeom*³, e nas páginas do *iMática*. Na próxima seção discutimos algumas preocupações sobre o ensino de Matemática e a ajuda do Computador, apresentando algumas contribuições práticas. Na seção 3, discutimos a relação Professor-Computador a partir das observações de alguns autores, coincidente com a experiência no LEM. Na seção 4 apresentamos o LEM e a motivação para o criarmos. Na seção 5, resumimos os resultados alcançados no LEM. Na seção 6 apresentamos algumas idéias que empregamos no

¹ Rede de Computadores espalhados pelo mundo, sem qualquer controle central, apenas com uma entidade coordenadora, a *Internet Society* [IS 2001] (<http://www.isoc.org>).

² A *World Wide Web*, (*WWW* ou apenas *Web*) é um sistema de armazenamento, recuperação e troca de informação pela Internet, originado no *European Organization for Nuclear Research* (CERN), no início dos anos 90. A novidade trazida pela Web é permitir a conexão de redes heterogêneas - Diferentes tipos de Computadores, trabalhando com diferentes sistemas operacionais, como PC com Linux, PC com Windows, Macintosh com MacOS, Sun com Solaris OS, etc - , de maneira completamente distribuída (sem a necessidade de um “Computador central”), com recursos gráficos e um sistema baseado em *hipertexto*: pode-se colocar apontadores, “links”, que ao ser “clicado” com o “mouse” leva a outros textos, imagens ou outros recursos - para informações detalhadas, na forma de linha do tempo, sobre a história da Internet e da WWW consulte, por exemplo, as páginas Web [WWW 2001] (<http://www.w3.org/History.html>) e <http://www.zakon.org/robert/internet/timeline>.

³ Por Geometria Dinâmica (GD) devemos entender a Geometria proporcionada por programas gráficos que, numa área de desenho, permitem construções geométricas a partir de objetos-base, que atualizam automaticamente as construções sempre que o usuário/aluno alterar um dos objetos-base. Pode-se, por exemplo, a partir de dois pontos A e B , construir a mediatriz do segmento AB, assim, sempre que o ponto A ou B for movido na área de desenho, o programa redesenha automaticamente a mediatriz (normalmente de forma contínua, dando a impressão de movimento).

desenvolvimento de um “site” de Matemática e também um programa de Geometria Dinâmica que estamos desenvolvendo. Por fim, na seção 7 sistematizamos a metodologia empregada no LEM e alguns resultados¹

2. COMPUTADOR, ENSINO DE MATEMÁTICA E GEOMETRIA DINÂMICA

As questões 1 e 2 acima passaram a nos preocupar quando precisamos montar uma disciplina que trabalhasse com o Computador, específica para os alunos de licenciatura, no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IME-USP)², em 1995. Aproveitando esta necessidade, pensamos na criação de um laboratório para testes metodológicos, e posterior divulgação para Professores, no qual os licenciandos interessados pudessem atuar e que pudesse subsidiar a disciplina. Por este motivo montamos o *Laboratório de Ensino de Matemática (LEM)*³. O LEM e esta disciplina, MAC118 - Noções de Ensino de Matemática usando o Computador, serão melhor descritos na seção 4.

Como apontado anteriormente, além das razões didáticas do uso do Computador na aprendizagem, devido à sua larga utilização na vida cotidiana, hoje existe também a necessidade da “alfabetização em informática”. Isso tem feito com que o Computador venha sendo implantado em grande parte das escolas, inclusive públicas. Nas três turmas de professores no LEM do primeiro semestre de 2001, de 40 professores presentes na primeira aula, 19 já tinham usado o Computador alguma vez com seus alunos. Porém, sua utilização é muitas vezes desvinculada de um planejamento pedagógico e freqüentemente, nas escolas privadas, é atrelada a um setor de informática.

Uma das razões para esta abordagem técnica é a falta de Professores com conhecimento dos potenciais pedagógicos do uso do Computador, sendo que uma grande parcela nem sabe utilizá-lo como instrumento em suas tarefas corriqueiras, como na preparação de planilhas com resultados das avaliações dos alunos. Entretanto este quadro tem mudado, ao menos em São Paulo, pois em uma pesquisa feita no final de 1999, os alunos de MAC118 visitaram 77 escolas na grande São Paulo (e Santos) e detectaram que 11 usam programas gráficos para funções (Winplot, Graphmatica,...), 3 usam o Logo e 12 usam programas de Geometria Plana (11 Cabri e 1 GSP). Nos chamou a atenção o fato do Cabri ter sido o programa mais citado, só sendo alcançado pela planilha eletrônica Excel.

Isso se deveu principalmente ao programa *Ensino Online* da Secretaria Estadual de Educação, que foi o primeiro programa de implantação, de Computadores, em larga escala, nas escolas estaduais de São Paulo [19]. O projeto previa também cursos de capacitação

¹ Na análise referente ao LEM, a licenciada em Matemática, Mônica Panetta de Faria - estagiária desde o início do LEM até sua formatura em 1999 teve participação ativa.

² O endereço Web do IME-USP na Internet é <http://www.ime.usp.br>.

³ A página do LEM está no endereço Web <http://www.ime.usp.br/lem>.

dos professores, que foram considerados insuficientes - segundo os professores no LEM, vide seção 3.

Um exemplo claro de como e onde o Computador pode trazer ganho significativo na aprendizagem é no ensino de Geometria Plana. Como anota [20],

Uma das ferramentas mais importantes surgidas nos últimos anos no campo do ensino gráfico foi a Geometria Dinâmica, implementada por programas como Cabri-Géomètre II ([13]) e o The Geometer's Sketchpad ([10])

Um program de GD possibilita ao aluno, a partir de uma única construção, efetuar um número arbitrário de testes para procurar ou verificar uma conjectura, o que seria virtualmente impossível com régua e compasso, e por isso podemos dizer que é **uma-construção, infinitos-testes (1-construção, N-testes)**. Podemos usar o Teorema de Pitágoras para ilustrar como uma “pesquisa” pode ser catalizada pela Geometria Dinâmica: *o aluno pode construir um triângulo retângulo, tomar algumas medidas e alterar a posição dos vértices e, por si próprio, eventualmente observar que o quadrado da hipotenusa sempre coincidirá com a soma dos quadrados dos catetos*¹.

Apesar de existirem vários programas de GD, como nosso objetivo é trabalhar preferencialmente com professores da rede pública de ensino e almejamos que eles apliquem as idéias com seus alunos, devemos nos restringir a programas gratuitos. Por outro lado, também objetivamos disponibilizar material de GD na Internet, permitindo construções por parte dos “alunos internautas”, então devemos considerar apenas os programas que possam ser interpretados pelos *navegadores* (ou *browsers*) populares (como o Netscape e o Internet Explorer). Entretanto, nossas buscas por um programa na interseção destes dois conjuntos (gratuito e permitir construções na Web) têm resultado num conjunto vazio. Isso nos motivou a trabalhar também na construção de um programa de GD.

3. O PROFESSOR, O COMPUTADOR E A INTERNET

As tentativas de incorporação de “tecnologia educativa” à sala de aula, não raramente são apresentadas como “solução para os problemas educacionais”, mas se esta incorporação não for acompanhada de um projeto educacional adequado, pode produzir resultados pífios, como observa [17].

Isso implica que “antes mesmo de influir sobre o aluno, o uso dos computadores obriga os professores a repensar o ensino de sua disciplina” [16].

A introdução do Computador nas salas de aula não pode ser feita sem mudanças adequadas no método de ensino, como pode ser constatado em [28], que estuda a aplicação de um projeto de longa duração sobre o uso do Computador nas Escolas, o *Apple*

¹ Na verdade o aluno poderá encontrar algumas configurações onde ocorre alguma diferença numérica, ilustrando a limitação da máquina.

*Classroom Of Tomorrow (ACOT)*¹. Este projeto é baseado num método construtivista de aprendizagem com significado e [28] conclui que

“o processo de capacitação de todos que estejam direta ou indiretamente envolvidos com a educação e mais efetivamente do professor, deve acontecer de forma contínua”.

Hoje existe praticamente uma unanimidade a respeito da necessidade do uso do Computador no ensino e também de que o aprendizado ocorra com significado. Para citar outros exemplos, [24] diz que

O computador, pelas suas potencialidades a nível de cálculo, visualização, modelação e geração de micromundos, é o instrumento mais poderoso de que atualmente dispõem os educadores matemáticos para proporcionar este tipo de experiências aos seus alunos..

[29] relata que: depois de inúmeras visitas por várias escolas, de linhas metodológicas bastante diferenciadas, ficou nítido que o computador é uma grande ferramenta que pode ser utilizada com sucesso no ambiente educacional.

Mesmo os organismos oficiais de educação têm apontado como meta este tipo de ensino. Em Portugal, [1] destaca que a posição do Ministério da Educação, em sua Lei de Bases do Sistema Educativo e nos diversos documentos da Reforma Curricular, relativa ao Ensino de Matemática, pode ser sintetizada na frase: “saber Matemática é fazer Matemática”

No Brasil, as diretrizes educacionais apontam que devemos propiciar ao aluno desenvolvimento da capacidade de aprender e continuar aprendendo, da autonomia intelectual e do pensamento crítico, de modo a ser capaz de prosseguir os estudos e de adaptar-se com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento”, conforme o artigo 4^o parágrafo I, da resolução CEB, N^o 3 de 26/06/98 [3].

Quanto à informática, o governo de São Paulo, por exemplo, tem investido bastante na parte técnica, equipando escolas e também tentando capacitar professores. Podemos citar dois “programas” nesta linha: o grupo Gerência de Informática Pedagógica - GIP, dedicado à implantação de projetos na área de Informática Educacional e de Tecnologias de Educação a Distância para atender a rede pública estadual de ensino (http://www.fde.sp.gov.br/gip/frm_gip.htm); e o projeto *Ensino OnLine* [19], que previa inicialmente 5 micros por escola, com oficinas pedagógicas nas delegacias de ensino, as quais não atenderam satisfatoriamente aos professores. Este último, apesar de ser aplicado em larga escala, tem causado grandes frustrações, pois atingem uma parcela pequena de alunos e a capacitação dos professores não tem sido suficiente². Deste modo, é importante a

¹ Este projeto foi iniciado ainda em 1985, com cinco escolas americanas, e ainda hoje é mantido pela Apple Computer, Inc.

²Estas observações são constatadas no LEM, que recebe professores de várias regiões da Grande São Paulo. Em 2001, por exemplo, considerando apenas as escolas estaduais de ensino médio, temos professores de 12 diferentes escolas, incluindo Parelheiros, Perus, Itupeva, Embú e Taboão da Serra.

existência de centros de difusão de material de ensino, idealmente presencial (como o LEM) ou ao menos à distância (como *iMática*).

4. O QUE É O LEM

O LEM é basicamente um laboratório para “testar e divulgar aulas de Matemática” utilizando o Computador. A idéia de criar um tal laboratório surgiu em 1995 na preparação de uma disciplina sobre uso do Computador para licenciandos do IME, e em 1998 foi oficialmente incorporada ao currículo da licenciatura sob o nome de *Noções de Ensino de Matemática usando o Computador* (MAC118)¹, sob responsabilidade do Departamento de Ciência da Computação do IME-USP.

As atividades do LEM tiveram início, informalmente, com os alunos do ensino médio da Escola de Aplicação da USP no segundo semestre de 1996, e depois com os alunos da disciplina *Seqüências recursivas e equações de diferença*, no programa de Verão de 1997 (<http://www.ime.usp.br/verao/01/97>). No segundo semestre de 1997, tivemos a primeira turma de professores a participar do LEM. Desde então, estas atividades são dirigidas a dois públicos: professores de Matemática do ensino fundamental e médio e aos alunos do ensino médio².

Quanto aos objetivos principais do LEM, podemos enumerar os seguintes:

1. divulgar uma metodologia de ensino de Matemática que permita uma participação ativa dos alunos no processo de aprendizagem com significado, apoiado na resolução de problemas;
2. mostrar as possibilidades do Computador como ferramenta interativa e dinâmica e a necessidade de aprimoramento em seu uso;
3. aprofundar conhecimentos em Matemática, permitindo maior entendimento de sua estrutura formal-dedutiva.

Hoje, a estrutura do LEM é composta por seu coordenador e seus “estagiários”, sendo estes últimos alunos (ou ex-alunos) da licenciatura do IME. Administrativamente, o LEM conta com o apoio do Centro de Ensino de Computação (CEC), cuja página é <http://www.ime.usp.br/cec>.

Os cursos são estruturados a partir de problemas-desafio, em geral ministrados pelos estagiários do LEM em duas etapas: inicialmente aplicam a metodologia a alunos do ensino médio e, posteriormente, repassam esta experiência aos professores que vêm fazer cursos no LEM.

No método empregado, o computador é utilizado como uma *bancada de testes* para que o aprendiz procure propriedades/relações (fase de conjecturas) e depois as teste (fase de demonstrações ou apresentação de contra exemplos), sendo estimulado o trabalho

¹A página da disciplina ministrada em 2001, pode ser encontrada em <http://www.ime.usp.br/~leo/mac118/01>.

² Estes alunos são geralmente de escolas públicas vizinhas à USP. Inicialmente trabalhávamos com a Escola de Aplicação da USP, e atualmente com as escolas estaduais de ensino fundamental e médio, *Emygdio de Barros*, *Alberto Torres* e *Architoclino Santos*. Esta última escola foi incorporada ao projeto em 2001.

cooperativo (entre todos). Em alguns casos, como na Geometria Dinâmica ou visualização de funções, esta *bancada* pode ser muito mais eficiente que a utilização de materiais tradicionais, como lápis, papel, régua e compasso.

O trabalho com os alunos da rede pública tem também o objetivo de permitir que os estagiários do LEM tenham uma experiência concreta na aplicação do método proposto, para que se sintam mais confortáveis com a forma de ensino e possam avaliar seus resultados. Começamos com aulas introdutórias de computação (o que é um Computador, sistema de arquivos, ambiente de janelas, etc). Os tópicos de Matemática e programas utilizados, depois de “testados” com os alunos, são empregados nos cursos para professores.

Com os professores, no início do curso são propostas atividades elaboradas com o objetivo específico de estimular uma discussão sobre o ensino da Matemática com a utilização do Computador. A partir daí, são realizadas atividades de forma a permitir que o professor vivencie a dinâmica que poderá desenvolver com seus alunos. Ao final do curso, é solicitado o planejamento de uma aula para que os professores participantes possam refletir sobre as possibilidades de trabalho com o uso do Computador.

O curso oferecido aos professores é apostilado, numa linguagem que procura ser acessível, de modo a não apenas servir de guia às aulas, bem como sanar eventuais dúvidas matemáticas. Os professores ainda recebem um CD com os programas utilizados, mas que também podem ser descarregados, em qualquer momento, da página <http://www.ime.usp.br/lem/free.html>.

Para um melhor entendimento deste curso é importante ressaltar que procuramos programas específicos mais adequados para cada proposta de atividade. Sempre que possível adotamos programas gratuitos, que possam ser entregues aos professores, visando aumentar as chances de uso das atividades com seus alunos.

5. RESULTADOS OBTIDOS NO LEM

Levando em consideração o quadro exposto na seção 3 podemos supor que os professores de Matemática estão sendo pressionados a empregar o Computador no ensino. De fato, a experiência do LEM confirma isso. Hoje as escolas, e governos, usam o Computador como propaganda. Implicitamente existe a sensação de que “as escolas que não usam ficam defasadas”, como observou um professor no LEM em 2001. No caso de São Paulo, um dos patrocinadores do emprego do Computador no ensino é o governo do estado, como pode-se notar principalmente na abrangência do projeto “Ensino Online” (indicado na seção 3)

Porém, devido ao desconhecimento de atividades pedagógicas adequadas, notamos que o emprego do Computador tem sido mais como fim e não como meio de aprendizagem¹

¹ Notamos que algumas das escolas que usam o Computador, conseguem um pouco mais, usando o Computador como *visualizador*, principalmente em programas de funções (tipo Winplot) e de Geometria Dinâmica (Cabri).

Esta leitura também é feita por [17]:

A informática, nessa época, e de uma certa maneira até nossos dias ainda era uma atividade de informáticos. Neste quadro, a “educação utilizando informática” praticamente inexistia e o que se fazia era “ensino de informática”.

Isso coloca em foco para estes professores a questão inicialmente proposta: como usar de modo significativo esta tecnologia ?

No LEM procuramos responder a esta demanda de uso efetivo do Computador no ensino, com atividades desenvolvidas a partir da resolução de problemas e empregando o Computador como catalisador no processo de descoberta. A abordagem de resolução de problemas não é restrita a ensinar heurísticas, como é o foco em [25] e [14], mas propiciar ao aluno *aprender Matemática, fazendo-a*.

Analizando algumas das turmas de alunos do LEM, inicialmente, acreditávamos que eles ficariam entusiasmados com as aulas, mas o resultado superou a expectativa: a relação de colaboração e cooperação entre o grupo foi muito positiva, mostraram entusiasmo pelas aulas e envolvimento nas atividades propostas, a motivação era grande. Outro aspecto positivo que percebemos foi a mudança de expectativa dos alunos, vários deles comentam que inicialmente vinham ao LEM para aprender “computação”, mas ao final do semestre estavam muito mais interessados no aprendizado matemático.

A motivação e maior facilidade de trabalhar no Computador é comumente citada pelos alunos do ensino médio. Em particular, uma atividade desenvolvida no semestre passado ilustra bem isso: propusemos a *construção de um quadrado no papel, com régua e compasso*. Na ficha de aula do aluno, solicitamos que eles escrevessem o que aprenderam, sem fixarmos qualquer formato para isso. Dos 16 alunos presentes, 6 alunos escreveram que com o computador é mais fácil desenvolver a tarefa, enquanto apenas 1 aluno escreveu o contrário (mais fácil no papel). Como não era uma questão dirigida, os 9 alunos restantes não fizeram comparações sobre as dificuldades “papel ucomputador”.

Quanto aos professores que vêm ao LEM, analisando seus questionários, notamos muitas dificuldades no uso do Computador e também no emprego de métodos que privilegiem a participação do aluno. Notadamente em relação ao Computador, os professores que estão lecionando a mais tempo, sentem maior dificuldade por não se sentirem confortáveis com o “mundo da eletrônica”.

Os professores gostam da metodologia empregada nas atividades, acham que com o Computador e com resolução de problemas¹ seus alunos ficam mais motivados na sala de aula, possibilitando a aprendizagem com significado. Por outro lado, a queixa mais freqüente nos questionários é que acham muito difícil, num primeiro momento, saber como introduzir alguns tópicos de Matemática usando o Computador.

¹No primeiro semestre de 2001, dos 48 professores matriculados nas três turmas no LEM, 19 tinham usado alguma vez o Computador com alunos e 23 já usara resolução de problemas em aula

6. PÁGINAS WEB E GEOMETRIA DINÂMICA

Uma das dificuldades que encontramos para preparar professores, e mais diretamente alunos, capazes de usarem o Computador de maneira efetiva na aprendizagem é o grande volume de trabalho requerido (existe uma quantidade muito grande de professores que ainda não se sentem confortáveis nesta tarefa). Neste sentido, as páginas Web podem contribuir bastante, pois uma das grandes vantagens da Web é poder atingir qualquer pessoa conectada na “grande rede”. No caso da Geometria Plana (Euclidiana, Analítica, Trigonometria e Desenho Geométrico), o uso do Computador (com programa de Geometria Dinâmica, seja pela Web ou não) pode potencializar bastante um ensino com construção do conhecimento. Deste modo, a junção de GD à Web é um objetivo natural para nós. Como citado anteriormente existem vários programas para GD, porém desconhecemos a existência de algum que permita ao aluno/“internauta” fazer suas construções diretamente numa página Web. Esta limitação nos motivou a produzir um tal programa, *iGeom*, que além disso pudesse ser distribuído para professores de Matemática de rede pública de ensino. Este programa está sendo escrito em *Java*¹, para podermos usá-lo também na Web, e pode ser encontrado no endereço <http://www.matematica.br/igeom>.

Em paralelo à construção deste programa, iniciamos a construção de um “site”, *iMática*, para contribuir com o aprendizado em Matemática fornecendo material para pesquisa (via textos, problemas, animações...) e que contivesse um repositório de programas que efetivamente pudessem auxiliar o aprendizado matemático.

O trabalho no *iMática* pode ser dividido em duas partes: uma é a produção de ferramentas para automatizar a geração de páginas e a outra é a produção de conteúdos. Até o momento, o *iMática* (parte de ferramentas) e o *iGeom* têm sido desenvolvidos em iniciações científicas de alunos do curso de Ciência da Computação, orientados por este autor. O núcleo do *iGeom* foi desenvolvido com Ricardo Hideo, a parte que permite gravar construções na forma de macros, foi implementada com Fabiana Piesigilli. Neste semestre a aluna Renata Teixeira começou a trabalhar no *iGeom*, ficando responsável pelo desenvolvimento de coordenadas cartesianas.

No *iMática*, o aluno Seiji Isotani tem trabalhado no desenvolvimento de ferramentas para automatizar a produção de páginas, que foi iniciado por Maurício Rapchan Andretta [9]. Na parte de produção de conteúdo para o *iMática*, a licenciada em Matemática Valéria Ostete Jannis Luchetta trabalhou de 1999 (segundo semestre) a 2001 (final) e a licencianda Fernanda Bürher trabalha desde o início 2002, na parte de pesquisa dos textos de História, sob a orientação do professor Francisco César Polcino Milies - <http://www.ime.usp.br/~polcino> - do departamento de Matemática do IME-USP.

¹ Uma linguagem de programação desenvolvida pela *Sun*, orientada a objetos, que pode ser interpretada por qualquer sistema operacional e por todos os navegadores (“Web browsers”) populares

A primeira versão do *iMática* foi ao ar em abril de 2000, contendo principalmente uma seção de *História da Matemática*, no endereço <http://www.matematica.br>. A primeira versão do *iGeom* (na forma de *applet* - “pequenos programas” específicos para Web, em *Java*) foi disponibilizada em fevereiro deste ano, no endereço <http://www.matematica.br/igeom>.

iGeom

Devido ao dinamismo, um programa de Geometria Dinâmica permite a elaboração de construções geométricas sofisticadas, que uma vez prontas permitem que o aluno efetue um número arbitrário de testes, desde que feitas de maneira rigorosa (1-construção, N-testes). Isso cataliza o processo de descoberta de propriedades, facilitando o trabalho do aluno (um exemplo desta “facilitação” está relatado na seção 5, página 71, na experiência no LEM de construção do quadrado).

Na figura ao lado, apresentamos uma tela do *iGeom* com a representação (finita) de um fractal (isso é facilmente implementado utilizando seu recurso de macro recorrente).

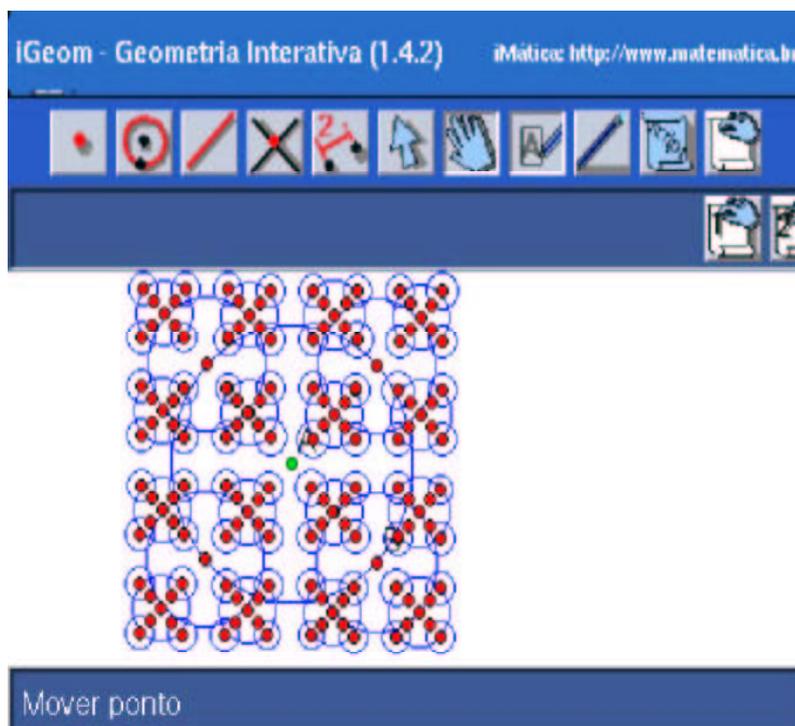
O recurso “1-construção, N-testes” traz grandes benefícios ao aprendizado com significado (o aluno constrói seu conhecimento), nas várias Geometrias, pois agiliza o processo de descoberta por parte do aprendiz.

Nesse projeto, que denominamos *iGeom* (*Geometria Interativa via Internet*), visamos desenvolver um programa de GD em *Java*, agregando a vantagem da portabilidade e integração com o ambiente Web. Além dos potenciais usos em sala de aula, este programa será integrado ao “site” *iMática*, de modo a conseguirmos disponibilizar atividades de Geometria onde o “internauta” possa efetuar suas próprias construções/testes. Além disso, o programa – na versão aplicativo- poderá ser distribuído para as escolas públicas.

Na figura anterior, apresentamos uma construção gerada no *iGeom*, a partir de macro com recorrência – com dois passos de recursão.

iMática

A construção de um “site” envolve muitas decisões de projeto. Para a construção do *iMática*, iniciada em abril de 2000, adotamos como meta a produção de material principalmente, a partir de iniciações científicas. Outra meta era que a produção de conteúdo não demandasse conhecimento Computação (nem mesmo de HTML, a linguagem



“usada” na Web) – [9] e [12]. Para isso seria necessária a produção de ferramentas de automatização e a definição de uma estrutura para a alimentação dos textos (conteúdo). Optamos pela utilização de filtros em Perl ([2], [7] e [21], por ser uma linguagem livre desenhada para trabalhar com palavras (dispõe de interpretadores gratuitos, para várias plataformas, inclusive *Linux* e *Windows*).

A primeira seção que decidimos produzir foi uma de História da Matemática, construída a partir de uma linha de tempo e eventos matemáticos. Para esta seção os dados (textos com história) deveriam estar no formato padrão de texto (ASCII) e conter alguns cabeçalhos com, por exemplo, título do texto, data do “evento”, quais tópicos de Matemática contém e, se for uma biografia, de quem é. As fórmulas matemáticas são digitadas no formato Latex [15] e, após serem processadas, são convertidas para um formato padrão de imagens (*GIF* ou *JPEG*).

O filtro produz as páginas com figuras, “links” e fórmulas, além de produzir automaticamente três diferentes indexações: uma linha de tempo com os “eventos” matemáticos, uma seção por tópicos e outra com biografias. A vantagem desse método é conseguirmos, a partir da mesma base de dados, produzirmos diferentes caminhos para recuperarmos a informação. Por exemplo, uma biografia poderá ser encontrada na lista de biografias, mas também pelos tópicos que o matemático estudou e ainda pelo período que viveu.

No momento estamos trabalhando na definição de uma nova seção, de Geometria, baseada no programa *iGeom*, com a licencianda Roberta Ribeiro Altermann. Esta seção introduzirá conceitos básicos de Geometria a partir de problemas propostos (a serem resolvidos “on-line” no *iGeom*).

7. CONCLUSÃO

A implantação do uso do Computador no Ensino encontra uma resistência natural por entrar em conflito com métodos já estabelecidos, além da barreira do desconhecimento de seus recursos e de como utiliza-lo eficazmente.

O principal responsável para que a utilização do Computador se dê de uma forma a propiciar uma melhora na qualidade do processo de ensino/aprendizagem é sem dúvida professor. Para tanto o desafio inicial é a capacitação deste, dotando-o de autonomia no uso de informática, pois, como nos contam em seus depoimentos, “*precisamos primeiro dominar o computador para depois usa-lo no ensino*”. A partir do momento em que eles estiverem convencidos dos benefícios dessa tecnologia, tanto para eles como para seus alunos, será investido mais tempo e esforço para integrá-las às suas salas de aula. Dessa forma, acreditamos que o Computador poderá ser efetivamente incorporado ao ensino.

Não devemos, entretanto, ter a ilusão de que o Computador será a salvação do ensino, mas devemos ter sempre em mente que as mudanças benéficas se darão em algumas circunstâncias.

A transmissão de conhecimentos professor/aluno no seu modo tradicional, *professor fala aluno ouve*, não é mais considerada como uma postura adequada. Porém a orientação do educador é necessária para que o aluno possa refletir e transformar suas idéias em conhecimento efetivo. Essas mudanças no ensino/aprendizagem colocam o aluno do centro do processo, devendo construir o seu saber através de tarefas cooperativas e de explorações, e dessa maneira, aprenda a aprender. O Computador pode ter aqui um importante papel na agilização de testes e simulações. Sob nosso ponto de vista, isso deve ser feito de modo a propiciar ao aluno *o fazer*, deixando de usar o Computador apenas com *over*.

As mudanças são difíceis tanto para professores quanto alunos. Para que um professor tenha a idéia do tema que poderá trabalhar e qual o programa usar, precisará pesquisar o que já é feito, ter tempo para planejar suas aulas e ministrar aos seus alunos, aulas de conhecimento básico de computação, bem como do programa a ser usado. Resulta daí um bom tempo de dedicação. Já os alunos acham mais fácil serem receptores de informações, pois não estão acostumados a trabalhar em grupo, a investigar, a descobrir, a criar, a responder, a ser ouvidos, etc.

O ponto de partida para estes professores poderá ser a análise de alguns exemplos de aulas, como as usadas no LEM. Aprender a utilizar o Computador e a lecionar numa abordagem construtivista é um processo que não se aprende em uma única oficina, por isso a capacitação deve ser continuada possibilitando assim a troca de informações com outros colegas, e permitindo uma maior reflexão sobre sua prática diária.

Assim, apesar de não existir mais dúvidas quanto à necessidade de mudanças no ensino médio, substituir antigos hábitos de ensino levará um certo tempo, mas hoje se espera que o “profissional do futuro” além das habilidades básicas de leitura e escrita, esteja preparado para trabalhar em grupos, localizar, avaliar e utilizar informações e trabalhar com uma série de tecnologias (conforme consta das “*Competências e Habilidades a serem objetivadas em Matemática*”, dos Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio, [23]).

Em resumo, nossa experiência no LEM mostra que nesta proposta de ensino, principalmente com o uso de Geometria Dinâmica, os alunos ficam mais motivados para aprender, gostam de pensar quando têm oportunidade, arriscam mais com o Computador e ficam mais envolvidos quanto têm oportunidade de descobrir e participar ativamente. Neste método o erro aparece sob um novo enfoque tornando-se um fator de aprendizagem: através de análise do erro e de novas tentativas é que se dá o entendimento. Esta fase de tentativa/erro, em que o aluno verifica como raciocinou, é muito mais dinâmica e interativa com o uso do Computador. Assim, os aprendizes vão se tornando responsáveis pela própria aprendizagem e tendo um maior controle e compreensão sobre a mesma.

Agradecimentos

Este trabalho não poderia ser concluído se a ajuda dos estagiários, alunos e ex-alunos de licenciatura do IME, que trabalham comigo no LEM. Particularmente agradeço à ajuda de

Rika Andersen, Shirley Ferreira e principalmente Mônica Panetta de Faria. A última ajudou inclusive na redação de algumas seções do artigo.

Referências:

- [1] BORRÕES, Manuel L.C. *O Computador na Educação Matemática* URL: <http://www.apm.pt/apm/borrao/matematica.doc>, em 18/06/1999.
- [2] BRENNER, S.E. & AOKI, E. *Introduction to CGI/Perl*. M&T Books, New York, 1996.
- [3] CEB. *Res. da Câmara de Ed. Básica do Cons. Nac. de Educação*, n. 3, de 26/06/98.
- [4] CAMACHO, M.L.A.S.M. *As Mais-Valias da Realidade Virtual na Educação*. URL: <http://www.api.pt/eni96/encontro.net/papers/com-09.htm>, em 14/04/1999.
- [5] CARRAHER, T.N., org. *Aprender Pensando; contribuições da psicologia cognitiva para a educação*. Recife, Secretaria de Educação do Estado de Pernambuco, UFPE, 1983.
- [6] COXETER, H.S.M. *Introduction to Geometry*. New York, Wiley, 1969.
- [7] DEEP, J. & HOLFELDER, P. *Developing CGI Applications with Perl*. John Wiley & Sons, 1996.
- [8] DIMENSTEIN, G. URL: <http://www.uol.com.br/aprendiz/ensaio/index.html>, em 14/04/1999.
- [9] ISOTANI, S., HIDEO, R. & BRANDÃO, L.O. *iMática: Ambiente Interativo de Apoio ao Ensino de Matemática via Internet*. Anais XXI Congr. Bras. Comp., pp 533-543, Fortaleza, jul. 2001.
- [10] JACKIN, N. *The Geometer's Sketchpad*. Berkeley: Key Curriculum Press, 1990.
- [11] JAVA. *Linguagem de Programação Java*. URL: <http://java.sun.com>, em 27/04/2001.
- [12] JIANPING, Z., GIBBONS, A.S. & MARRILL, M.D. *Automating Design of Adaptive and Self Improving Instruction*. Cap. 35, pg 613-632, Ed. Educational Technology Publication, 1997.
- [13] LABORDE, J.M. & BELLEMAIN, F. *Cabri-geometry II*. Dalas: Texas Instruments, 1994.
- [14] LAKATOS, I. *Proofs and refutations*. New York State: Cambridge University Press, 1976.
- [15] LAMPORT, L. *LaTeX a Document Preparation System*. Addison Wesley, 1999.
- [16] LÉVY, P. *A Máquina Universo: criação, cognição e cultura informática*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1998.
- [17] LUCENA, C. & FUKS, H. A. *Educação na Era da Internet: Professores e Aprendizes na Web*. Rio de Janeiro: Clube do Futuro, 2000.
- [18] MOISE, E.E. *Elementary Geometry From an Advanced stand Point*, seg. ed., Reading, Addison-Wesley Publications, 1963.

- [19] Ensino OnLine. *A Escola de Cara Nova na Era da Informática*. URL: <http://www.educacao.sp.gov.br/acoes/informatiz/bolinfor1.htm>, em 27/04/2001.
- [20] SANTOS, E.T. & MARTOMEZ, M.L. *Software para Ensino de Geometria e Desenho Técnico*. Anais III Cong. Int. de Engenharia Gráfica nas Artes e no Desenho, Ouro Preto, jun. 2000.
- [21] PERL. *Linguagem de Programação Perl*. URL: <http://www.perl.com>, em 27/04/2001.
- [22] PENTEADO, M.G., BORBA, M.C. & GRACIAS, T.S. *Informática como veículo para mudança*. Zetetiké, vol. 6, n.º 10, Dezembro 1998.
- [23] PNCEM. *Parâmetros Nacionais Curriculares para o Ensino Médio*. URL: <http://www.mec.gov.br/semtec/ftp/Cienciasn%20da%20Natureza.doc>, em 28/09/1999.
- [24] PONTE, J. *O computador um instrumento da educação*. Lisboa: Texto editora, 1986.
- [25] POLYA, G. *How to solve it: a new aspect of mathematical method*. Princeton, N.J.: Princeton University Press, (versão original de 1957), 1973.
- [26] PROINFO. *Programa de Informática na Educação*. Lançado por portaria em 09/04/1997 URL: <http://www.proinfo.gov.br>, em 27/04/2001.
- [27] SALVADOR, C.C. *Aprendizagem Escolar e Construção do Conhecimento*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1994.
- [28] SANDHOLTZ, J.H., RINGSTAFF, C. & DWYER, D.C. *Ensinando com Tecnologia Criando Salas de Aula Centradas nos Alunos*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas, 1997.
- [29] TAJRA, S.F. *Informática na Educação: Novas Ferramentas Pedagógicas para o Professor da Atualidade*. São Paulo: Editora érika, 1998.
- [30] VALENTE, J.A., organizador. *O Computador na sociedade do conhecimento*. URL: <http://www.seed.pr.gov.br/download.htm>, em 28/05/2001.