



EXPERIÊNCIAS EM INFORMATIZAÇÃO DO ENSINO DE MATEMÁTICA EM CURSOS DE ENGENHARIA

Prof. Dr. Dimas Felipe de Miranda - dimasfelipe@superig.com.br
PUC Minas e FEA-FUMEC, Departamento de Matemática e Estatística
Av. Dom José Gaspar, 500 – Coração Eucarístico
30535-610 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Profa. Dra. Eliane Scheid Gazire – egazire@terra.com.br
PUC Minas, Departamento de Matemática e Estatística

Prof. Dr. João Bosco Laudares – jblaudares@terra.com.br
PUC Minas, Departamento de Matemática e Estatística

Prof. José Renato F. Rodrigues – jrenatofr@pucminas.br
PUC Minas, Mestrado em Ensino de Matemática

Prof. Marcelo Souza Mota – msmmota@yahoo.com.br
PUC Minas, Mestrado em Ensino de Matemática

***Resumo:** Este trabalho objetiva mostrar e discutir questões do ensino de matemática assistida pela tecnologia, principalmente a computacional, na área de estudo e pesquisa de educação e ensino de matemática e no contexto do ensino de engenharia. Apresenta algumas experiências da informatização da matemática em curso de graduação, usando novas tecnologias, especialmente o computador, com destaque para uma iniciativa, em fase de implantação, no Departamento de Matemática e Estatística – DME da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas.*

***Palavras-chave:** Ensino na engenharia, Matemática e informatização, Ensino de cálculo.*

1. EDUCAÇÃO MATEMÁTICA NO CONTEXTO DA EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA

A ciência aplicada se efetiva pela análise quantitativa e qualitativa do fenômeno. Observar, descrever, analisar e, essencialmente, “medir” constituem uma ação científica, que em sua síntese é uma matematização da realidade.

Uma relação entre o processo de produção e as demandas da sociedade, numa constante intervenção intencional na realidade, baseada na atividade prática, produz construções mentais, que são componentes da estrutura do saber científico ou a gênese do que se denomina teoria.

Assim, pela práxis, ação intencional, refletida e transformadora, o homem busca a criação de instrumentos com justificativas teóricas, na construção de artefatos. Esses artefatos são instrumentos para maior eficiência no processo de intervenção física no trabalho, na natureza e no meio ambiente. Inicialmente, a elaboração do artefato-ferramenta, uma extensão do corpo, foi edificada, na prática, de maneira rudimentar, sem muita reflexão. A elaboração mental era revertida, na prática, pela conformação e ajustamento, a partir da atividade laboral e o acúmulo de experiência, o que foi denominado empirismo. (LAUDARES, 2004)

Ao trabalhar, o homem procura exercer sua capacidade não só manual, mas a intelectual sobre o objeto de sua atividade. Então, as ações empíricas vão requerendo modelos que dêem conta do real, de seus movimentos por meio da idealização, num processo abstrato e reflexivo do saber teórico, a preceder a atividade concreta, dando origem à melhor maneira da elaboração, denominada técnica. (LAUDARES, 2004)

Portanto, na otimização processual de trabalho, a ciência hoje antecede a concretude operacional. A realização técnica fica precedida de um planejamento, com base numa estruturação mental, a resultar uma prescrição com origem na lógica, na sistematização e na teorização. A técnica passa a ter origem, não só empírica, mas também científica.

Para consolidação dessa transição da prática empírica e experimental, para prática técnica cientificada, há exigência de mudança de comportamento, de atitude e de habilidades do trabalhador. Para tanto, necessita-se de uma nova educação a privilegiar uma qualificação técnico-científica para o trabalho, uma educação tecnológica, na convivência de uma sociedade tecnizada, isto é, inserção numa cultura técnica.

Nessa atual sociedade do conhecimento, onde o científico está vinculado ao raciocínio causal, organizado, sistêmico e lógico, a Matemática acontece como requisito conceitual científico. Se fazer ciência é matematizar os fenômenos, realizando sua leitura e compreensão pelo raciocínio lógico-dedutivo, essência da estruturação Matemática, a educação tecnológica ou para tecnologia se faz numa interação estreita com a Educação Matemática. (LAUDARES, 2004, p. 297).

Nessa interação tecnológica com a matematização da realidade, a educação matemática se apropria da Etnomatemática segundo D'AMBRÓSIO (1998) tomando os princípios socioculturais, atualmente, de uma sociedade tecnizada, e utiliza a modelagem, segundo BASSANEZI (2002) para interpretação do real e do fenômeno, através do instrumental matemático. Isto constitui o fundamento pedagógico para a Educação Tecnológica e Educação Matemática, que se integram no processo educacional pela ação efetiva do educador matemático e do educador tecnológico. Ambos estão a serviço da formação e capacitação do homem para sua inserção social no mundo do trabalho, e sua integração cultural para viver numa sociedade impregnada da ciência e da técnica.

A educação matemática não se realiza sem a educação tecnológica. A escola é uma instituição social. Daí, sofre intervenção do contexto no qual se insere e, se a sociedade moderna está definida e estruturada pela tecnologia, todas suas instituições passam a ser delineadas com parâmetros tecnológicos. Assim, conseqüentemente a escola não está isenta desta influência. Entretanto, sua estrutura é tradicionalmente conservadora. Mas, é impossível recusar o conhecimento tecnológico trazido pelos estudantes, que convivem com a técnica no seu meio social, e pelas empresas de informática, produtoras de instrumentação para aprendizagem em todas as áreas.

Contudo, o professor ainda resiste a mudanças, como trocar uma aula expositiva, considerada por ele meio eficaz, por um processo mais participativo do estudante, isto é,

adotar uma postura de “orientador” da construção do conhecimento, em substituição à metodologia do “doador” na transmissão do saber.

2. QUESTÕES DA DIDÁTICA DA AULA DE MATEMÁTICA ASSISTIDA PELA TECNOLOGIA

O professor de matemática seja da educação básica, seja da educação superior tem como premissa didática o uso da técnica da aula expositiva essencialmente discursiva, às vezes dialogada. Sua formação universitária, principalmente, os professores graduados anteriormente a década de 80, se fez sem o uso da tecnologia. O tratamento dado ao conteúdo é, essencialmente, de transmissão. Assim, a tarefa de professor é a de transmitir um conhecimento, ou de um tradutor para o aluno da teoria apresentada no texto.

A abordagem metodológica do ensino da matemática pode ser trabalhada baseada em dois pilares:

- O entendimento conceitual da teoria;
- A operacionalização pelos algoritmos e pelos modelos (fórmulas) matemáticos.

Tanto o “conceitual” quanto o “operacional” são doados aos estudantes pelos professores, via discurso e repetição. A transcrição pelo professor no quadro, hoje branco com o pincel (substituto do giz), e a cópia pelo aluno no seu caderno de anotações define a metodologia mais comum. Esta foi a demonstração da técnica de ensino mais usual do professor da PUC Minas, em recente pesquisa levantada pelo seu Programa de Avaliação – PROPAV (2004). Levantamentos em outras instituições não seriam diferentes.

A partir destas considerações, alguns questionamentos são levantados. Inicialmente, um questionamento se faz com propósito de mudar o comportamento do estudante em sala de aula, deixando sua posição passiva de copista do conteúdo, apresentado pelo professor, para ser agente ativo no uso do livro-texto, como estudante. Assim, a primeira ferramenta tecnológica a ser usada no processo ensino-aprendizagem é o livro-texto. Nessa perspectiva, o professor cria atividades a serem trabalhadas pela leitura do livro-texto ou de outros relacionados na bibliografia.

Assim, na sala de aula, se promove uma transformação do processo transmissão/recepção para orientação/ativação. Desta forma, a mudança de ambiente, com o uso da tecnologia computacional, é facilitada por um procedimento já ativado pelas atividades com o livro-texto. Mas, esta passagem da sala de aula para o laboratório não se realiza de uma forma linear, direta e consentida. Uma questão, colocada pelo professor, principalmente o universitário, é de que a matemática na sua teoria, compreensão dos conceitos de Cálculo, Geometria ou Álgebra, não precisa ser assistida pelo computador, pois os programas computacionais são boas ferramentas para Cálculo Numérico e Estatística, mas não são suportes na aprendizagem da teoria.

O professor na sua concepção pedagógica questiona o potencial do “software”, para o entendimento conceitual e dos algoritmos. Pode-se, então, perguntar:

- O professor acredita que pode substituir seu discurso e a cópia do aluno em sala de aula por uma instrução dirigida para o aluno estudar em sala de aula?
- O estudante quer sair da sua posição passiva de “copista” na sala de aula para, na posição ativa de ler o livro, usar o computador?
- O professor confia na tecnologia da informática como recurso metodológico, além de seu discurso?

Freqüentemente, também nos cursos de graduação, os docentes recusam a ida ao laboratório computacional alegando que possuem um Plano de Ensino e uma carga horária para cumprir, com isto a ida ao laboratório seria um dificultador no cumprimento do programa. Então, uma questão fundamental do processo ensino-aprendizagem refere-se à

eficácia de se cumprir um programa, como função apenas do professor na abrangência discursiva do conteúdo estabelecido, sem se interessar pela aprendizagem do estudante. Logo, se interroga quanto a essência da didática e quanto ao papel do professor: se um informante de conteúdo ou facilitador/orientador do processo de estudar.

Portanto, a questão principal que se faz ao professor, ciente que o ambiente do homem é hoje uma sociedade altamente tecnizada, é se a escola pode ficar fora deste contexto, privilegiando a didática com discurso oral e copista, sem o uso de tecnologia. É imprescindível o estudo das experiências exitosas da informática educativa para que o professor acredite no potencial dos instrumentos da mídia e do computador como recursos didáticos no ensinar e no aprender.

Assim, conhecer a potencialidade das novas tecnologias, acreditar no seu poder eficaz, criar disponibilidade e coragem para mudar são os ingredientes para uma nova didática a produzir melhores resultados.

No Brasil, a informatização do processo de ensino-aprendizagem tem se desenvolvido por professores / pesquisadores que já acreditam na potencialidade do computador como recurso didático. Várias experiências estão sendo concretizadas e já divulgadas em eventos científicos e em diversas obras BORBA (2003).

Um exemplo recente é do lançamento, em 2004, de uma coletânea de artigos intitulada “Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores” CURY (2004), editada a partir de reflexões, relatos, propostas e resultados de pesquisas em diferentes cursos de graduação, que possuem a matemática em seus currículos. Entre outros temas, citam-se:

- Da saliva e pó de giz ao SOFTWARE de computação algébrica: a difícil adaptação dos professores de matemática às exigências da sociedade informatizada.
- O ensino de matemática em um curso de engenharia de sistemas digitais.
- O Cálculo no curso de Arquitetura.
- O programa pró-cálculo da UFRGS.
- Utilizando recursos computacionais (planilhas) no ensino do cálculo de probabilidades.

A organizadora da coletânea na apresentação da obra declara:

O amplo rol de temas abordados e a diversidade de formação dos docentes autores reflete o panorama da docência em Matemática nas Universidades brasileiras. Pela excelência dos trabalhos e pela alta titulação dos participantes desta obra, vislumbramos as potencialidades para formar uma nova geração de cientistas, docentes e técnicos capazes de auxiliar no desenvolvimento da Ciência e Tecnologia no Brasil (CURY, 2004).

A preparação de pessoal para a área vem acontecendo de forma mais consistente através de participação em grupos de trabalhos e programas, entre os quais, podem ser citados:

PGIE – Programa de Pós-Graduação em Informática na Educação, da UFRGS¹, coordenado pela Prof^ª. Dr^ª. Rosa Maria Viccari, que apresenta como objetivo central propiciar estudos aprofundados na área de Informática na Educação, formando pessoal de alto nível para exercício das atividades de pesquisa, ensino e extensão. www.pgie.ufrgs.br

LEM – Laboratório de Ensino de Matemática, vinculado ao Instituto de Matemática e Estatística da USP², coordenado pelo Prof. Leônidas O. Brandão, cujo principal objetivo é desenvolver e difundir atividades para o ensino de Matemática nas quais os alunos aprendam matemática usando o computador como ferramenta catalizadora desse processo. www.ime.usp.br/lem

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul

² Universidade de São Paulo

Projeto “NOVAS TECNOLOGIAS NO ENSINO”, do Departamento de Métodos Matemáticos do Instituto de Matemática da UFRJ³, coordenados pela Prof^a. Dr^a. Ângela R. dos Santos e Prof. Dr. Waldeci Bianchini, que pesquisa novas técnicas, métodos e ferramentas para uso de recursos computacionais para explorar aspectos gráficos, geométricos, numéricos e analíticos. www.dmm,im,ufrj.br/projeto/projeto.html

3. A INSTITUIÇÃO DE UM GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA EM INFORMÁTICA EDUCATIVA PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA E SUA ATUAÇÃO EM CURSOS DE ENGENHARIA NA PUC MINAS

O Departamento de Matemática e Estatística – DME da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas vem incorporando a informática às disciplinas de matemática, por iniciativas isoladas, desde há 20 anos aproximadamente. Com a intenção de criar um espaço para reflexão e sistematização de projetos de trabalho, instituiu, no primeiro semestre de 2004, o Grupo de Estudo e Pesquisa em Informática Educativa para o Ensino de Matemática, inicialmente com a sigla GEPIEM, e em 2007 foi inserido no grupo de pesquisa de sigla ENSINOS do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da PUC Minas. O objetivo é investigar novas metodologias e estratégias para se trabalhar a educação e o ensino matemático, tendo como propósito criar ambientes informatizados para oportunizar aos alunos e professores a incorporação da linguagem e do método matemático. O grupo busca integrar as novas tecnologias (novas mídias) ao trabalho com o conhecimento matemático e já desenvolve estudos e pesquisa nas áreas de ambientes informatizados para o ensino da Matemática.

O grupo adota como princípios norteadores:

- As novas tecnologias oferecem melhores alternativas de trabalho com a Matemática. Sob a perspectiva de que mais vale uma educação voltada para o aprender do que para a mera aquisição de conteúdos específicos, considera-se como principal ganho resultante do uso dessas tecnologias conseguir que o ensino-aprendizagem em Matemática seja feito sob a perspectiva de construção-reconstrução, o que exige a efetiva e equilibrada participação de professor e de aluno;
- O uso de Novas Tecnologias não pode significar mudança periférica no processo de trabalho com o conhecimento, repetindo o equívoco da escola na qual se usa a mera transmissão de informações, pois, se apela para o excesso de conteúdos e se valoriza, sobretudo, a cópia e a repetição. Pois, de acordo com PAPERT,

Algumas de nossas dificuldades em ensinar matemática de maneira culturalmente integrada devem-se a um problema objetivo: antes dos computadores, havia pouquíssimos bons pontos de contato entre o que é mais fundamental e envolvente na matemática e qualquer coisa existente na vida cotidiana. Mas o computador – um ser com linguagem matemática fazendo parte do dia-a-dia da escola, dos lares e do ambiente de trabalho – é capaz de fornecer esses elos de ligação. O desafio à educação é descobrir meios de explorá-los (PAPERT, 1985, p.68-69).

- O emprego de Novas Tecnologias tem sentido na medida em que se confere aos alunos e aos professores o estatuto de sujeitos naturalmente investigativos.

As produções em andamento e as novas propostas foram organizadas em Projetos, quer para serem reavaliadas, repensadas e sistematizadas, quer para serem implementadas e apoiadas na sua continuidade.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro

Projeto 1 – LABCAL - Uso de ferramentas computacionais como suporte à metodologia de ensino de matemática em cursos de engenharia no Laboratório de Cálculo Diferencial e Integral – LABCAL. Os professores, cientes desta situação, instalaram, em 1997, o laboratório para práticas de Cálculo, ou LABCAL. Os softwares usados: o MAPLE e o MATLAB, com o auxílio de material didático apropriado (SANTOS, 2007), objetivando melhor “usabilidade”, isto é, facilitar o uso da linguagem dos SOFTWARES.

Projeto 2 – EaD - Um programa de estudo de cálculo num ambiente virtual. A Educação à Distância – EaD, expandiu-se no Brasil e a PUC Minas, seguindo esta tendência, implantou seu programa de EaD com a oferta das disciplinas de Cálculo e Estatística.

Projeto 3 – VCN – O tratamento informatizado de Cálculo Numérico tem sido desenvolvido, há aproximadamente de 20 (vinte) anos. O conteúdo da matemática numérica realiza-se através da preparação de atividades SANTOS (2005), num laboratório computacional com o apoio dos (MIRANDA, 2007), SOFTWARES MATLAB e VCN (Virtual Cálculo Numérico), este último foi inicialmente implementado em linguagem Pascal, e, hoje, vem sendo elaborado em DELPHI pela equipe de professores da disciplina. Uma versão experimental está disponível em www.matematica.pucminas.br.

Projeto 4 – ESTATÍSTICA - Tratamento informatizado de Estatística. Nos últimos 3 (três) anos os professores de Estatística têm informatizado suas aulas no laboratório computacional (NOGUEIRA, 2007), para tornar possível trabalhar os conceitos, a interpretação de resultados e os cuidados no uso dos métodos estatísticos. O SOFTWARE utilizado é o MINITAB.

Em 1997, o DME iniciou um trabalho de redesenho do ensino de Cálculo e Geometria Analítica, buscando uma nova metodologia que integrasse os recursos computacionais, recursos esses que já vinham sendo utilizados no estudo do Cálculo Numérico e que também já começavam a ser implantados nas disciplinas de Estatística.

A nova metodologia para o ensino-aprendizagem de alguns tópicos das disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral I e Geometria Analítica e Álgebra Linear foi implantada com material didático concebido pelos professores do DME. O desenvolvimento deste material didático iniciou-se em agosto de 1998, com uma extensa pesquisa na literatura, incluindo acesso via Internet a várias universidades brasileiras, americanas e européias que já utilizavam um método semelhante. Foi necessário também um estudo dos SOFTWARES pertinentes ao conteúdo para a escolha de um mais adequado à proposta da metodologia. Desta pesquisa resultou a primeira versão do material didático, aplicado às turmas do curso de Engenharia, no primeiro semestre de 1998. Este material didático é frequentemente revisado e adequado à metodologia proposta.

Após dois anos de experiência da 1ª versão do material didático para execução de atividades no LABCAL, as preocupações e as discussões dos professores do DME trouxeram ansiedade ao trabalho no laboratório. Dentre os muitos questionamentos levantados, são relevantes: Qual o papel do computador no Ensino do Cálculo Diferencial e Integral? O computador substitui o professor? Que razões tornam o computador uma ferramenta necessária para o estudo da matemática? Quais são as contribuições que o computador traz para a eficiência e eficácia do ensino? Que valores o computador traz para a didática e o que acrescenta às técnicas de ensino?

A partir destes questionamentos, foi apresentada uma proposta de investigação e estudo contínuo na área da informática educativa, pesquisando o uso do computador como instrumento da metodologia para o ensino da matemática na graduação.

4. O TRABALHO NO LABCAL – INFORMATIZAÇÃO DO CÁLCULO I

A disciplina Cálculo Diferencial e Integral I aplicada aos cursos de Engenharia e Ciência da Computação do *campus* Coração Eucarístico da PUC Minas perfaz um total de 90 horas-aula (6 créditos), divididas em 3 encontros semanais de 02 horas-aula.

Na fase inicial do projeto (1º. e 2º. semestres de 1998 e 1º. semestre de 1999), as atividades de laboratório desta disciplina demandavam 1/3 de sua carga horária total (30 horas aula), através de um encontro semanal. Tais atividades cobriam diversos tópicos da ementa da disciplina e consistiam de estudos dirigidos semi-estruturados: as atividades eram elaboradas por um grupo de professores do DME, mas não eram totalmente rígidas; havia um certo grau de liberdade para o professor acrescentar mudanças e/ou variações.

Devido às limitações físicas do laboratório, apenas 30 computadores estavam disponíveis, os alunos realizavam as atividades em duplas (as turmas de Cálculo Diferencial e Integral I possuíam em torno de 50 a 60 alunos). Nestas atividades o aluno fazia um estudo resumido da teoria do tópico abordado, algumas vezes com o auxílio de mídias computacionais (hipertexto, gráficos, animações), e em seguida era proposto ao mesmo solucionar uma série de problemas de verificação de aprendizagem. Na resolução dos problemas propostos o aluno utilizava como auxílio o SOFTWARE Maple, um poderoso Computer Algebraic System – CAS (Sistema Algébrico de Computação), capaz de realizar manipulações numéricas e simbólicas, álgebra vetorial, gráficos bi e tridimensionais.

Após cada semestre eram realizados pequenos seminários de avaliação dos trabalhos. Nestes seminários da primeira etapa os professores da disciplina identificaram as seguintes dificuldades:

- sintaxe do SOFTWARE. O SOFTWARE Maple possui um prompt de comandos (no estilo antigo do Unix e DOS) onde o usuário deve digitar o comando para sua execução. Ocorre que a sintaxe do Maple não coincide com a sintaxe matemática padrão. Os professores relataram então uma grande dificuldade dos alunos, em transcrever a sintaxe padrão da matemática para a sintaxe própria do Maple;
- carga horária. Nas atividades de laboratório a ênfase está no aspecto conceitual do tema; as manipulações algébricas não são priorizadas. Os professores relataram então falta de tempo em sala de aula para o tratamento tradicional dos tópicos da disciplina.

Na segunda fase do projeto, para contornar os problemas levantados o grupo de trabalho adotou as seguintes providências, implementadas no 1º semestre de 2004: mudança do SOFTWARE Maple para o SOFTWARE Matlab. Para contornar as dificuldades com sintaxe foi criada uma interface (máscara) denominada LabCal, mostrada na Figura 01, e executada a partir do próprio Matlab. Nesta interface o estudante pode executar comandos de forma mais simplificada e interativa, através de menus e botões, e então se concentrar na análise e interpretação do conteúdo abordado.

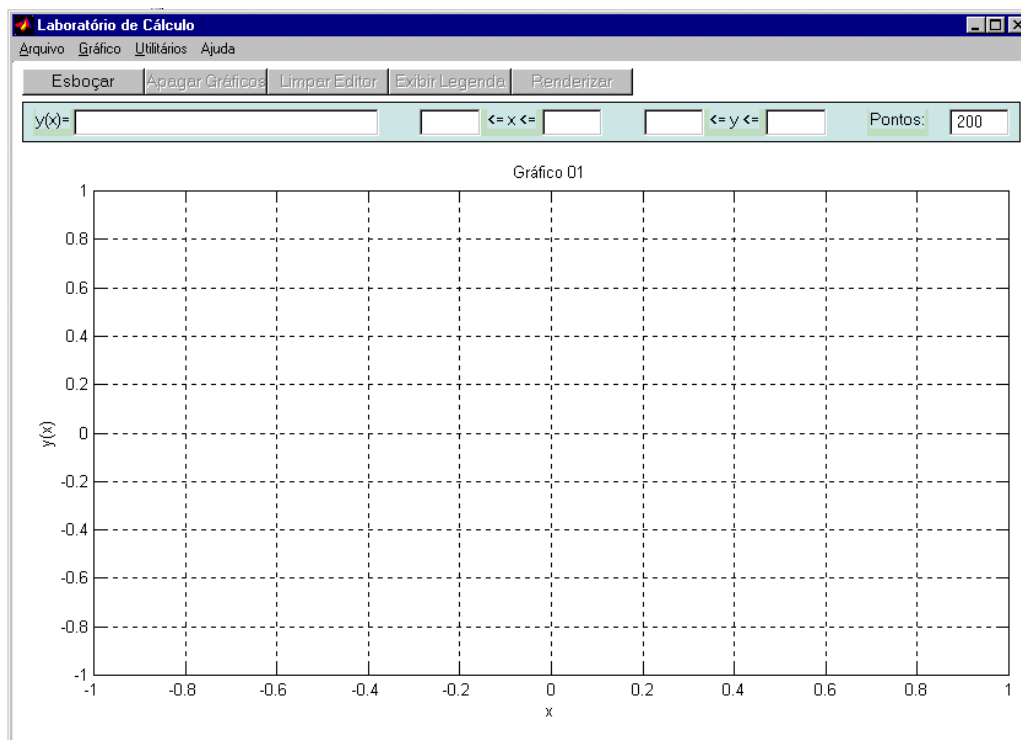


Figura 01 – A interface LabCal no Matlab, em 2004

Redução da carga horária do laboratório. Neste quesito o grupo diminuiu sensivelmente a carga horária no laboratório, de 30 para 10 horas-aula semestrais. Os temas tratados também foram bastante reduzidos, ficando distribuídos da seguinte maneira:

- gráficos de funções racionais e algébricas (02 horas-aula);
- transformações de funções (translações, reflexões, deslocamentos) (02 horas-aula);
- funções trigonométricas seno e cosseno (02 horas-aula);
- derivadas e gráficos de funções (04 horas-aula).

Pode-se observar, pelos temas escolhidos, que as atividades de laboratório priorizam o trabalho com gráficos de funções, tema em que o uso de ferramentas computacionais pode ser altamente vantajoso. Do ponto de vista metodológico houve poucas modificações no processo: as atividades de laboratório ainda constam de estudos dirigidos, só que agora de forma bem mais estruturada. Para cada atividade no laboratório foi elaborado um material didático onde os conceitos são abordados interativamente: a teoria é permeada de exemplos e problemas propostos que o estudante é levado a experimentar utilizando a ferramenta computacional. Todo o material didático é disponibilizado ao aluno via internet no sítio eletrônico www.matematica.pucminas.br. As Figuras 02 e 03 apresentam alguns exemplos de problemas propostos para resolução.

Atividade: dada função $y = f(x) = x^2$

a) trace seu gráfico usando a Tela de Inspeção $[-5,5] \times [-1,5]$;

b) na mesma Tela de Inspeção, trace o gráfico da função $g(x) = f(x + 2) = (x + 2)^2$;

c) na mesma Tela de Inspeção, trace o gráfico da função $h(x) = f(x - 1) = (x - 1)^2$.

d) transcreva todos os gráficos obtidos para um sistema de eixos, utilizando uma escala adequada;

e) o que você observa a respeito dos gráficos das funções g e h em relação ao gráfico da função f ?

Figura 02 – Exemplo de problema proposto

Exercício: sabe-se que $y' = \frac{x^2 + 2x}{(x+1)^2}$

- a) determine o domínio de y' ;
- b) trace o gráfico de y' utilizando uma Tela de Inspeção adequada;
- c) em quais intervalos y é crescente? Justifique;
- d) em quais intervalos y é decrescente? Justifique;
- e) para quais valores de x o gráfico de y apresenta reta tangente horizontal?
- f) determine a derivada segunda y'' ;
- g) trace o gráfico de y'' utilizando uma Tela de Inspeção adequada.
- h) em quais intervalos y é côncava para cima? Justifique;
- i) em quais intervalos y é côncava para baixo? Justifique;
- k) para quais valores de x o gráfico de y pode apresentar pontos de inflexão?
- l) utilize os resultados anteriores para esboçar o gráfico de y .

Figura 03 – Exemplo de problema proposto

Ainda, por motivos de infra-estrutura, as atividades se realizam em duplas. Tais atividades são recolhidas e corrigidas por um grupo de monitores, que também auxiliam os professores nas atividades de laboratório. Tal processo de correção, apesar de bastante oneroso em termos de recursos humanos, é de fundamental importância, para fornecer ao aluno um feedback de sua aprendizagem.

Na terceira fase do projeto o grupo de estudo está elaborando e testando um software piloto, desenvolvido em trabalho de iniciação científica por alunos dos cursos de Engenharia e Computação, orientado por professores do DME e financiado pela própria PUC Minas. Este SOFTWARE, denominado YAG (tela da figura 04), encontra-se em fase de experimentação desde o 1º semestre de 2005, e a última versão está disponível no site www.matematica.pucminas.br. Com este SOFTWARE, que está sendo desenvolvido para que se tenha um estudo mais interativo entre conteúdo e prática nas disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica, espera-se que alguns problemas atualmente encontrados nas atividades de laboratório (SANTOS, 2005), sejam parcialmente sanados.

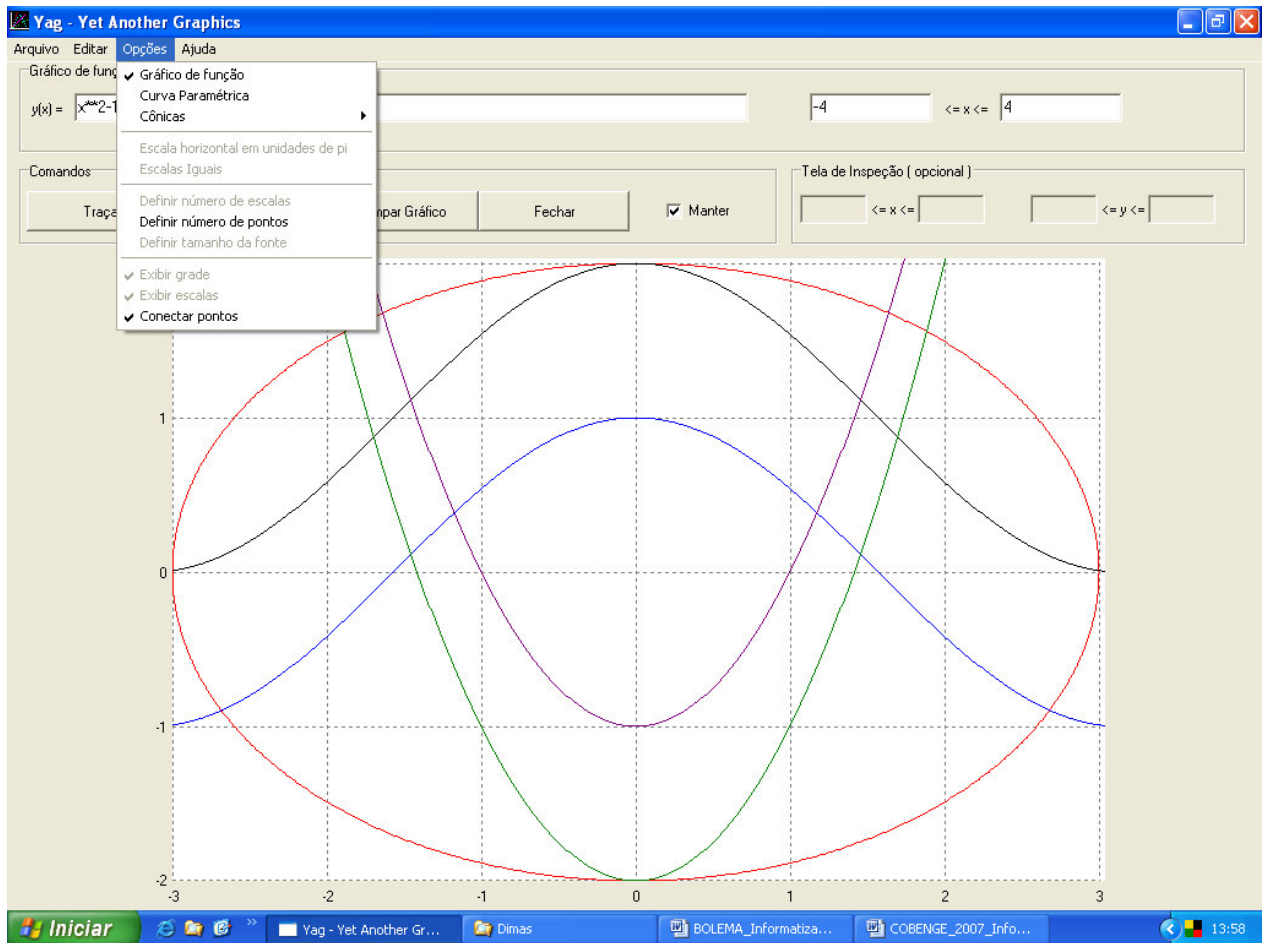


Figura 4 – A interface LabCal no YAG, em 2007

5. CONSIDERAÇÕES ADICIONAIS E CONCLUSÃO

Na atual 3ª fase do projeto, as atividades didáticas são mais adequadas à investigação e à exploração para as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, comungando com os objetivos do software YAG, e se desenvolvem a partir das temáticas:

- gráficos de funções usuais em sistemas computacionais
- exploração gráfica de funções usuais através de translação e reflexão
- exploração gráfica das funções seno e cosseno
- exploração gráfica do conceito de derivada: reta tangente

São também desenvolvidas, regularmente, atividades gráficas suplementares, capazes de conduzir o aluno a realizar descobertas e a investigar assuntos, tais como:

- raízes de equações algébricas
- polinômios cúbicos e quadráticos
- conceito de limite, através de assíntotas
- o conceito de função modular
- o comportamento de funções e seus gráficos através da noção de derivada

Deve-se ressaltar que o YAG, ambiente onde se realizam estas atividades, é um software gráfico. Isto permite que a modelagem algébrica, a exploração do conteúdo, as interpretações, as descobertas de padrões e o avanço do conhecimento em matemática sejam ações e/ou conquistas do aluno, a partir da realização de atividades adequadamente montadas e

constantemente repensadas pelo grupo de professores. Um item de uma das atividades praticadas em sala de aula é apresentada a seguir.

Extrato da atividade sobre retas secantes e tangentes na interpretação geométrica da derivada

Considere os pontos $P = (x; f(x))$ e $Q = (x + h; f(x + h))$ sobre o gráfico de uma função $y = f(x)$.

O coeficiente angular da reta secante a esta curva passando por P e Q , o qual denotaremos por m_{sec} , é dado por

$$m_{sec} = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Problema 4.1 Dada a função $f(x) = x^3 + x$

(a) plote o gráfico no YAG e determine o coeficiente angular, usando a equação (1), e a equação da reta secante, quando

(i) $x = 1$ e $h = 2$

(ii) $x = 1$ e $h = 1$

(iii) $x = 1$ e $h = 0,5$

(iv) $x = 1$ e $h = 0,1$

(b) Trace o gráfico da curva e de todas as retas secantes obtidas no item anterior utilizando a Tela de Inspeção $[0, 4] \times [-5 ; 30]$.

(c) O que acontece com posição da reta secante a medida que o incremento h se aproxima de zero?

Neste contexto, a reta tangente pode ser interpretada como a posição limite da reta secante. O coeficiente angular da tangente é obtido a partir do coeficiente angular da secante, fazendo-se o incremento h se aproximar de zero. Com a notação de limites, escreve-se

$$m_{tg} = \lim m_{sec} = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(x+h) - f(x)}{h}$$

Este limite é exatamente a definição da derivada $f'(x) = dy/dx$ da função f .

Problema 4.2 - Para a função do Problema 4.1

(a) Determine a equação da reta tangente em $x = 1$

(b) Use o YAG e trace o gráfico da reta tangente no mesmo sistema de eixos do Problema 4.1.

A última versão de todas as atividades, já testadas em sala de aula, está organizada e publicada sob o título de “Atividades de Laboratório: Cálculo Diferencial e Integral I, LABCAL”, no caderno nº 02, de 2005, da editora FUMARC da PUC Minas, listado na referência bibliográfica.

Conclui-se que a elaboração de softwares e de material didático para uso em aulas informatizadas de matemática requer grande volume de trabalho em grupo e conhecimento interdisciplinar. Então, os professores agregam ganhos individuais ao atuarem em equipes, envolvem-se nos projetos e se entusiasмам a continuar estudando a literatura pertinente ao tema, mesmo cientes de que nenhuma fórmula definitiva existe. O manuseio de um software, criado a partir da demanda do grupo de professores, tem suscitado discussões e desafios

quanto ao seu uso, promove a evolução para sucessivas versões e incentiva a participação de todos na elaboração de material didático. Durante a aula em um ambiente informatizado, descobre-se que a dinâmica da aula, as ricas questões levantadas, a forma como se buscam respostas dependem pouco do software e muito mais do trabalho e de uma atuação renovada do professor, que se inicia com a preparação de uma atividade didática capaz de provocar a criatividade do graduando.

No decorrer da experiência aqui relatada o que se observou de mais importante foi a mudança de atitudes no grupo. Os professores passaram a se interessar por experimentar metodologias novas e a acreditar que existem formas metodológicas alternativas e eficazes no sistema ensino/aprendizagem da matemática.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASSANEZI, R. C. **Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia.** São Paulo: Contexto, 2002.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. **Informática e educação matemática.** 3. ed. rev. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

CURY, H. N. **Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

D'AMBROSIO, U. **Etnomatemática: arte ou técnica de explicar e conhecer.** São Paulo: Ática, 1998.

LAUDARES, J. B. **A matemática e a estatística nos cursos de graduação da área tecnológica e gerencial: um estudo de caso dos cursos da PUC Minas.** IN: CURY, Helena Noronha. **Disciplinas matemáticas em cursos superiores: reflexões, relatos, propostas.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004.

MIRANDA, D. F. et al. **Virtual cálculo numérico (VCN).** Software para o Ensino de Cálculo Numérico, 2007. Disponível em www.matematica.pucminas.br.

NOGUEIRA, M. L. G. et al. R. L. **Laboratório de Estatística.** Belo Horizonte: PUC Minas/Departamento de Matemática e Estatística, 2007.

PAPERT, S. **Logo: computadores e educação.** São Paulo: Brasiliense, 1985.

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS. **PROPAV: Programa Permanente de Avaliação Institucional.** Belo Horizonte: PUC Minas, 2004.

SANTOS, F. J.; FERREIRA, S. F. **Atividades de laboratório: cálculo diferencial e integral I, LABCAL.** Belo Horizonte: Editora FUMARC, 2005.

SANTOS, F. J.; FERREIRA, S. F. **Yet Another Graphics (YAG) Software para o Ensino de Cálculo Diferencial Integral I, 2007.** Disponível em www.matematica.pucminas.br.

EXPERIENCES IN INFORMATICS OF THE MATHEMATICS TEACHING IN ENGINEERING COURSES

Abstract: *This paper aims to show and discuss some questions in the studies and researches of mathematics teaching assisted by technology, mainly at the computing area, and in the context of technological education. It shows some experiences of the mathematical computerization at undergraduate courses, study and research groups about the use of new technologies, especially of the computers in Universities, with eminence for an initiative in progress in the Mathematics and Statistic Department – DMS of the Pontifícia Catholic University of Minas Gerais - PUC Minas – Brazil.*

keywords: *Engineering teaching, Computerization mathematics, Calculus learning.*