

## **O USO DO COMPUTADOR NO ENSINO DE MATEMÁTICA NA GRADUAÇÃO**

**João Bosco Laudares**

**Jonas Lachini**

### **INTRODUÇÃO**

A procura da produtividade em educação e da eficiência nos processos de ensino suscita a necessidade de definir uma nova pedagogia distinta da tradicional, modelo este que privilegia a exposição verticalizada de um saber pronto e acabado, estabelecendo uma relação hierarquizada entre professor e aluno. O repensar da ação acadêmica aponta para a emergência de novas bases sobre as quais possa ser apoiada e reformulada a conduta do docente, não mais como agente ativo e exclusivo da transmissão do saber mas, como coordenador e facilitador de múltiplas atividades na construção do conhecimento, uma nova postura que abre espaço para o diálogo, para a efetividade de um processo didático, no qual professor e aluno são atores.

Nos vários momentos da ação educativa – planejamento, realização de atividades, avaliação, replanejamento - o professor é o elemento mobilizador de um grupo que, fazendo uso de certa metodologia disciplinativa, se dedica à exploração de algum conteúdo, uma matéria do currículo.

A transmissão da informação não pode ocupar sozinha o centro do processo de ensino-aprendizagem e nem pode ser tomada como único parâmetro norteador dos serviços oferecidos pela escola. Olhar o ensino-aprendizagem como um processo de aquisição, reelaboração ou construção é, para os autores, a maneira de abrir o trabalho escolar para o tratamento da informação, para a compreensão de conceitos, para o pensar de modo sistematizado e com mobilidade. É também a forma de instituir os sujeitos do processo: muda a postura – não a posição – tanto do professor quanto do aluno. Ambos se tornam construtores e re-construtores do conhecimento. A mudança de professores e alunos provoca substancial revolução na escola que passa a ser um espaço de trabalho, resultado de um movimento de interação entre sujeitos que lidam com a informação, seguem determinada metodologia e buscam resultados significativos.

Uma pedagogia crítica dos conteúdos só se efetiva em espaço acadêmico de reflexão, o que faz emergir nova estrutura curricular, privilegiando a formação do estudante – aprendiz do

ofício de estudar. A sala de aula, seja ela a sala de aula propriamente dita ou o laboratório, é transformada em local de trabalho com o conhecimento, espaço de construção de habilidades e competências tanto do educando quanto do educador.

Na mediação entre o saber e os métodos de estudo, estão os materiais e artefatos tecnológicos, que os professores utilizam para viabilizar a didática. Equivocadamente, a pedagogia tecnicista se deixa trair por um reducionismo perigoso quando coloca como centro de eficiência o material didático e, com isto, deixa em segundo plano a ação de alunos e professores no processo ensino-aprendizagem. Os meios, isto é, as ferramentas tecnológicas, nas mãos dos agentes, se tornam instrumentos para obtenção de resultados. A ferramenta – o computador, não tem inteligência, sensibilidade, emoção e nem intuição, características próprias dos sujeitos; somente quando usada por um sujeito é que a ferramenta se torna instrumento que pode explicitar as muitas qualidades de quem a manuseia.

Foi a partir dessas premissas que, através do Programa de Desenvolvimento das Engenharias - PRODENGE, os Institutos Politécnicos propuseram projetos voltados para a reengenharia do ensino, bem como para a geração de uma rede cooperativa de pesquisas. Este Programa, apoiado pelo CNPQ, FINEP, entre outros órgãos governamentais de fomento à pesquisa e desenvolvimento de projetos da educação, procura a modernização das Escolas de Engenharia pela implementação de inovações nas metodologias de ensino, assim como pela cooperação entre os profissionais da educação tecnológica, na geração de uma nova engenharia para o país.

A PUC-MG, contemplada por este Programa com aprovação de planos para informatização computacional de seu ensino básico, optou pela implantação de um laboratório para o estudo de Cálculo Diferencial e Integral. Até então, o ensino de Cálculo era feito de forma tradicional, quase que exclusivamente por meio de aulas expositivas e teóricas. O DME, de posse dos recursos para aquisição de computadores, instalou (1997) o laboratório para aulas práticas de Cálculo (LABCAL – Laboratório de Cálculo): são trinta microcomputadores ligados em rede e disponibilizando o aplicativo Maple V para o trabalho com Cálculo.

A implantação do LABCAL foi motivo de preocupações e de discussões entre os quarenta e sete professores de matemática do departamento, trazendo certa ansiedade e alimentando expectativas entre os mesmos. Dentre os muitos questionamentos levantados, os autores

citam como 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? Neste contexto e a partir destes questionamentos, os autores apresentaram a proposta de uma investigação na área da informática educativa, pesquisando o uso do computador como instrumento da metodologia no ensino da matemática na graduação.

Um dos objetivos dos autores desta investigação era instaurar entre os professores o debate a respeito da reformulação da didática e da definição de uma nova metodologia para o ensino da matemática na PUC/MG, procurando responder, de uma forma científica, às questões levantadas pelo corpo docente, quando da instalação do LABCAL, ainda que as mesmas trouxessem mais a expressão de sentimentos e palpites do que de argumentos e opiniões fundamentadas.

Sem maiores interrogações, o grupo de professores já aceitava e utilizava o computador no Cálculo Numérico ou na Estatística como ferramenta para a simplificação e realização mecânica de cálculos. Entretanto, colocar o computador na mediação entre o objeto de estudo da matemática – no caso, Cálculo Diferencial e Integral - e o estudante, como ferramenta metodológica, trazia muita inquietação: o grupo de professores desconhecia o uso da ferramenta e se sentia inseguro; a implementação do uso do computador na prática educativa demandava tempo e estudo. Como operacionalizar esta técnica de ensino numa disciplina teórica ou, melhor dizendo, numa disciplina que exige a compreensão de conceitos um tanto abstratos e a aplicação dos mesmos em problemas dos mais diversos campos do saber?

## **REFERENCIAL TEÓRICO**

O processo educativo se realiza, para muitos educadores, a partir da experiência e dos saberes acumulados a serem transmitidos da geração mais velha para a mais nova. A transmissão da informação e do conhecimento, pronto e acabado, é a essência da pedagogia dita tradicional ou de uma “Pedagogia Bancária”. É o que constata

FREIRE(1987, 58b): “A educação se torna um ato de depositar em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los.”

Em contraposição a esta pedagogia, DEWEY (1971) propõe que se fomente uma didática concretizada em estudos através de projetos, estatuidando o pensamento científico como centro da ação educativa. O modelo didático de DEWEY leva a uma reengenharia da pedagogia tradicional, dando ênfase a uma mudança radical do método de ensino, que passa a ser visto como processo no qual o conhecimento é constantemente construído e reconstruído. O saber é adquirido através de uma situação problemática. A solução de problemas se traduz no cumprimento de etapas, com formulação de hipóteses colocadas à prova no desenvolvimento processual, para se chegar a uma conclusão. Para DEWEY, a centralidade da didática não mais se restringe ao professor mas está direcionada para a atitude reflexiva do estudante.

A urbanização acelerada, consequência da industrialização, fez surgir uma outra visão de escola: a Pedagogia Tecnicista, colocando no centro do processo escolar a organização e a utilização racional dos meios.

Demerval SAVIANI (1991,24) faz uma demarcação clara destas Escolas: “*Se na pedagogia tradicional a iniciativa cabia ao professor que era, ao mesmo tempo, o sujeito do processo, o elemento decisivo e decisório; se na pedagogia nova a iniciativa desloca-se para o aluno, situando-se o nervo da ação educativa na relação professor-aluno, portanto, relação interpessoal, intersubjetiva – na pedagogia tecnicista, o elemento principal passa a ser a organização racional dos meios, ocupando professor e aluno posição secundária, relegados que são à condição de executores de um processo cuja concepção, planejamento, coordenação e controle ficam a cargo de especialistas, supostamente habilitados, neutros, objetivos, imparciais.*”

Nenhuma destas três Escolas, independentemente e isoladamente, consegue dar uma resposta adequada às demandas didáticas do processo educativo. Fazer a interação das mesmas, por meio do que Paulo FREIRE (1986,121b) denomina de “método dialógico de

ensino” , define uma nova pedagogia que privilegia o diálogo, a crítica e a reflexão na iluminação do saber. Professor e aluno se transformam em sujeitos cognitivos e, dessa forma, cria-se uma teia de comunicação no ambiente escolar, com a utilização dos instrumentos à disposição como o livro, o computador, o vídeo e a televisão, entre outros. *“O diálogo não existe num vácuo político. Não é um “espaço livre” onde se possa fazer o que quiser. O diálogo se dá dentro de algum tipo de programa e contexto. Esses fatores condicionantes criam uma tensão para alcançar os objetivos que estabelecemos para a educação dialógica.”*

Pierre Lévy também traz um embasamento para as atividades de investigação. Lévy(1996,12) marca seu campo de estudo ao dar ênfase a uma abordagem humanista da técnica. *“Não existe uma “técnica” por trás da técnica, nem “sistema técnico” sob o movimento da indústria, mas apenas indivíduos concretos, situáveis e datáveis. Também não existe um “Cálculo”, uma “Metafísica”, uma “Racionalidade acidental”, nem mesmo um “Método” que possam explicar a crescente importância das ciências e das técnicas na vida coletiva.”*

A técnica é apenas a dimensão das estratégias que o homem utiliza pelas formas possíveis de entidades e forças humanas tais como a máquina, energia, elétrons, animais, plantas, a natureza em geral. Lévy, ao descrever as possibilidades interativas e sociais que vão emergindo ao longo da vida dos homens, separa a evolução comunicativa em três tempos históricos: o da oralidade primária, o da escrita e, neste século, o da informática.

Nos nossos dias, quando atingimos o terceiro tempo do espírito – o da informática, a comunicação tem como instrumento principal o computador que amplia e alavanca as telecomunicações e outras tecnologias qual imensa máquina integradora. De acordo com Lévy(1996,101): *“Um computador concreto é constituído por uma infinidade de dispositivos materiais e de camadas de programas que se recobrem e interfaceiam umas com as outras. Grande número de inovações importantes no domínio da informática provêm de outras técnicas: eletrônicas, telecomunicações, laser...ou de outras ciências: matemática, lógica, psicologia cognitiva, neurobiologia. Cada casca sucessiva vem do exterior, é heterogênea em relação à rede de interfaces que recobre, mas acaba por tornar-se parte integrante da máquina.”* E o mesmo autor define uma nova via para a construção

do conhecimento – **a via da simulação**, que não se assemelha ao saber teórico, nem à experiência prática e nem tampouco à acumulação cultural da tradição oral ou escrita.

## **HIPÓTESE**

A partir da análise da prática docente do DME, baseada em aulas tradicionais, e da observação das reações de professores e alunos quando da implantação de um laboratório computacional para o ensino do Cálculo I, os pesquisadores levantaram a seguinte hipótese: *certamente, o computador pode ser usado como uma ferramenta metodológica eficiente e eficaz para o ensino/aprendizagem da matemática.*

A hipótese formulada pela equipe sugeria que o uso do computador como ferramenta metodológica deveria provocar uma mudança da postura do professor de matemática na graduação e possibilitaria desenvolver o processo ensino/aprendizagem com maior envolvimento do aluno nas atividades acadêmicas. O uso do computador aparecia como estratégia adequada para transformar a sala de aula - até então, lugar de atividade do professor - em espaço de trabalho do aluno e do professor; devolvendo à Universidade uma de suas características definidoras - ser o lugar onde se reúnem aqueles que se dedicam ao estudo, onde professores e alunos desenvolvem o ofício de estudar.

A implementação do uso do computador no estudo de cálculo criaria condições propícias para que cada professor pudesse reavaliar sua competência docente e se considerasse não apenas como repassador do conhecimento pronto, mas se descobrisse, a partir do uso da informática e, em especial, do computador, como reelaborador de saberes.

## **METODOLOGIA**

A primeira atividade realizada foi uma pesquisa bibliográfica para a identificação da produção acadêmica e das instituições que já estavam utilizando o computador no ensino do Cálculo Diferencial e Integral. Via INTERNET – meio que facilitou sobremaneira o trabalho, foram selecionadas algumas obras a respeito do tema estudado (livros, artigos, textos, teses, dissertações). Uma segunda atividade se desenvolveu através de debates entre os pesquisadores, tendo como objetivo a identificação de parâmetros ou categorias que

definiriam o tipo de observação que se pretendia fazer. Estas discussões, ainda preliminares, culminaram com a elaboração de uma proposta de atividades e o estabelecimento de um cronograma(anexo 1).

O grupo escolheu como ações a serem cumpridas:

- entrevistas com os professores do DME;
- seminários com todos professores do DME e participação de alunos;
- observação das aulas teóricas de Cálculo I;
- observação das aulas desenvolvidas no LABCAL;
- aplicação de questionário a todos alunos (anexo 2)
- entrevistas com alunos de Cálculo I;
- entrevistas com professores que trabalham com Cálculo I no LABCAL;
- pesquisa, via Internet, a respeito do trabalho desenvolvido pelas Escolas de Engenharia que já informatizaram o Cálculo.

A pesquisa foi realizada entre fevereiro e dezembro de 1999. Neste trabalho, são apresentadas apenas algumas das ações desenvolvidas neste período. Para maiores detalhes, o leitor poderá consultar o relatório de 118 páginas que consta do acervo da biblioteca da PUC Minas.

A equipe de pesquisadores quer deixar expresso o seu sentimento de limitação e declarar que aqui aparece a leitura por ela feita de um rico material que, por certo, contém muitas outras informações que um estudo mais cuidadoso e um olhar mais apurado poderão captar.

### **AS INFORMAÇÕES OBTIDAS:**

#### **a realidade do uso do computador no ensino de Cálculo**

**A) Entrevistas realizadas com professores do DME** - A amostra foi constituída por 15(quinze) professores que atuam em três diferentes áreas da matemática: Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Estatística e Cálculo Numérico.

O texto que vem a seguir, é constituído de uma síntese do discurso dos professores, entremeada pela transcrição de trechos das falas dos mesmos. Foi elaborado com os dados recolhidos através de entrevistas semi-estruturadas, gravadas em fita cassete e transcritas em disquete.

**Sobre a formação e a qualificação profissional** - Na graduação, a Licenciatura em Matemática é o nível que prevalece. Isto significa que a maioria dos professores entrevistados, 73,33%, têm uma preparação profissional direcionada para o exercício da atividade docente. Na pós-graduação, a especialização e o mestrado são os níveis que predominam, cada um deles com 10 incidências. Apenas 01 dos entrevistados tem doutorado. À exceção de dois destes cursos que têm como área de concentração a metodologia de ensino ou a tecnologia da educação, os estudos pós-graduados foram feitos na área de conteúdo técnico de Matemática, de Estatística ou de Engenharia.

Para doze dos entrevistados, uma expressiva maioria, a graduação não prepara o professor para a prática docente e sua inserção no contexto escolar. Nela é dada pouca ou nenhuma importância para a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem. É com um embasamento quase que só conteudístico que a graduação prepara o professor para o início de sua ação na escola.

Os professores entrevistados alertam para o fato de que a graduação é apenas necessária para que docente tenha habilitação profissional e para a sua inserção no mercado. Há necessidade, como comprovam os que buscaram uma intensificação do seu saber, de o professor realizar algum curso de especialização em Matemática, participar de programas de capacitação docente, fazer cursos de pós-graduação e ser um estudioso da matemática.

Os professores entrevistados declaram que seu curso de graduação foi ministrado de forma tradicional, centrado no repasse de informações, sem uso de nenhuma tecnologia - computador, vídeo ou televisão. Defendem a necessidade de sua própria atualização tecnológica para que possam utilizar os recursos da informática na sala de aula. Segundo os entrevistados, a não utilização de recursos, como a calculadora ou o computador, se deve a uma carência de formação e à dificuldade que têm de inserir o uso da máquina no cotidiano do processo didático-pedagógico. Quatro dos entrevistados defendem que a requalificação docente deve passar obrigatoriamente pela busca da compreensão do processo pedagógico e, em consequência, pelo estudo da didática e da metodologia para o ensino da matemática.

**De como é tratado o conhecimento** - Para construir, há necessidade de uma base. Desta forma, três professores declaram que a construção do conhecimento pode e deve ser realizada juntamente com o repasse de informações; é sobre este conteúdo de informações

que se constrói o conhecimento. Embora o aluno chegue à escola com muitas informações, é preciso que passe pelo processo de disciplinamento exigido pelo trabalho escolar, conseguido por meio da organização e da sistematização de conteúdos.

Cinco dos entrevistados chamam a atenção para o fato de os cursos de graduação serem profissionalizantes e, desta forma, não há como negar a necessidade de uma abordagem utilitária e pragmática do saber curricular. Nestes cursos, a construção do conhecimento é motivada pela sua aplicação. No dizer destes professores, não resta dúvida de que a aquisição do conhecimento passa pela aquisição de conteúdos – o conhecimento é visto como uma organização de informações, e que o processo de imitação – a repetição está na base do aprendizado - traz benefício na assimilação dos saberes.

Os entrevistados reconhecem que é através do tratamento dado ao trabalho de transmissão do conhecimento que o professor abre oportunidades para que o aluno possa desenvolver habilidades: criatividade, espírito crítico, sistematização da busca do conhecimento, utilização da memória, uso da linguagem. O professor é visto como um facilitador no processo ensino-aprendizagem.

O estudo da matemática, na graduação, não é tratado como um processo, reconhecem os entrevistados. Não há, nos cursos, uma integração de disciplinas; em geral, o professor é um trabalhador isolado e auto suficiente. A integração de conteúdos tem como base a compreensão; ela só se efetiva à medida que é trabalhado o entendimento, por parte do aluno e do professor, de conceitos, de definições e da teoria; sem esta teorização não há como efetivar a integração de conteúdos e o estudo da matemática nada mais é do que um estudo de casos, a resolução de problemas já resolvidos. O professor deve se familiarizar com os fundamentos do curso no qual trabalha. Os professores lembram a necessidade de se trabalhar a matemática como disciplina básica, como um método científico que facilita a criação de modelos nas outras áreas do saber. *“A matemática não pode ser vista só como um conjunto de técnicas de cálculo; ela é uma ciência suporte para a formação de profissionais das mais diversas áreas e, em particular, da engenharia. A matemática é mais do que um conjunto de técnicas, ela é uma maneira de raciocinar, um jeito de pensar de forma organizada, um modo de conhecimento mais abrangente do que a mera execução de cálculos de integrais ou de limites. Ela é um método científico que, além de apresentar modelos, sugere modos de resolução de problemas. Diante de um problema, o*

*estudante busca fazer um modelamento da situação e passa a procurar estratégias para a sua resolução.” (Trecho da fala de um professor)*

Embora considerem ser a matemática uma ciência suporte para outras disciplinas da engenharia, os professores admitem que a ligação entre os vários campos do saber não se efetiva ao longo do curso. Um dos entrevistados apela para uma metáfora que elucida bem o que se passa: “é como se construir o alicerce de um edifício num lugar e o restante da edificação em um lote vizinho”.

**Sobre a utilização do computador** - Das falas dos entrevistados vem a idéia da máquina executando atividades repetitivas e mecânicas, ações antes realizadas pelo professor, com considerável consumo de tempo e de energia. Em contraposição, quando se pensa na mediação entre o aluno e o objeto de conhecimento, o sentimento é outro: com base na crença de que a aula não é simples repasse de informações, os docentes sustentam que a máquina não substitui o professor, uma vez que “ele é o elo de ligação entre o aprendiz e a ciência”. Esta percepção vem confirmada por aqueles que pensam que não se deve utilizar o tempo dedicado a aulas teóricas para o aprendizado assistido por computador; o trabalho no laboratório deveria ser uma complementação, um adicional da aula expositiva. Sob este prisma, o uso do computador no ensino deveria se restringir às atividades de verificação ou fixação da aprendizagem, de simulação de modelos matemáticos ou à realização de cálculos muito trabalhosos.

**O computador e a ação do professor** - Se considerarmos o professor como um mero copiador do conteúdo livresco para dentro da sala de aula ou se o considerarmos como um simples instrutor, como se ele fosse um manual de instruções para você usar o cálculo, o computador substitui o professor, com vantagem. No entanto, se o conhecimento é entendido como uma construção social, a escola um lugar onde as pessoas se reúnem para trabalhar com saberes construídos, a ação do professor é insubstituível, porque é nesse trabalho e através dele que acontece a educação. Em outras palavras, uma visão do conhecimento como algo pronto, acabado e estático, preconiza a substituição do professor pelo computador; caso se perceba o conhecimento como algo em construção, como algo em movimento, como algo que nunca está acabado, não tem nada que substitua a ação do professor. Esta é a crença dos entrevistados. *"Acredito que o computador desenvolve várias habilidades do estudante. A primeira delas é ele aprender a utilizar um instrumento de*

*cálculo, ele agiliza o aprendizado de algoritmos, de como resolver problemas ou questões a partir de modelos já feitos. Outra habilidade que ele desenvolve no usuário é o saber buscar informações, capacidade decisiva no uso do computador. Uma terceira habilidade que ele desenvolve é o aprender a trabalhar com a informação. Outra é o uso correto da linguagem, ele desenvolve a habilidade sintática das pessoas, pois o computador só obedece a comandos se a sintaxe desses comandos for correta; desta forma, ele serve para disciplinar o usuário. O computador é um professor de linguagem para o aluno. O aluno ao mesmo tempo que aprende uma linguagem para o computador também desenvolve uma linguagem própria para poder se expressar.” (Trecho da fala de um professor)*

Os professores entrevistados, à exceção de quatro, declararam ter pouca experiência de trabalho com o computador. Suas colocações vieram de leituras realizadas, da sua prática educativa e de acompanhamento da implementação de programas em escolas, que trabalham ou trabalharam com a implantação de metodologia computacional e, principalmente, do trabalho inicial do LABCAL (laboratório de cálculo do Departamento de Matemática e Estatística da PUC MINAS).

**B) Observação de aulas expositivas** - Na sala de aula, a fala é dominada pelo professor. Em vez de diálogo, pode-se observar um monólogo. Quando o professor se dirige aos alunos e faz perguntas, tem pressa em obter a resposta, não aguarda que o aluno responda e, via de regra, a sua resposta é sempre melhor que a do aluno. Na sala de aula, a tarefa do aluno é copiar a matéria que o professor copia no quadro negro; são os professores e alunos copistas, no dizer de Pedro Demo. Quando outra forma de participação do aluno é solicitada, apenas uma minoria tenta responder a questão proposta; alguns dormem, outros conversam e uma grande parte fica à espera da solução elaborada pelo professor. É freqüente a saída de alunos da sala de aula para ir ao banheiro, atender celular, o que evidencia falta de concentração no trabalho.

**C) Observação de aulas no laboratório** - O LABCAL é composto de três salas com 10(dez) máquinas em cada uma delas. Os alunos trabalham em duplas ou individualmente, com um computador. O conteúdo é apresentado de duas maneiras: primeiro, o professor faz uma explanação resumida da teoria e apresenta a resolução de exercícios de aplicação; depois, os alunos devem executar uma série de exercícios, a título de treinamento. Esta segunda atividade exige o aprendizado do uso do software Maple V. Um aluno que trabalha

sozinho, digita os dados do problema, aciona o comando para resolução e lê na tela a resposta; por não ter domínio do conteúdo da matemática, não sabe se a resposta está certa; ele, então, confere o resultado com um colega de sala e, sem nada questionar, prossegue na resolução de novo exercício. Ele mostra ter dificuldade não só na manipulação da máquina como também parece não entender o significado do resultado que o computador apresenta, após a execução dos comandos.

Para quem trabalha em dupla, a primeira dificuldade é conseguir entrar no sistema e achar o arquivo com a matéria e as atividades, apesar de já estar no terceiro mês de aula. Um dos componentes da dupla digita os dados do problema, enquanto o outro apenas acompanha a atividade. Quando chamado para atender dúvidas, o monitor se limita a informar que “a teoria deve ser aprendida em sala de aula; a atividade no LABCAL é somente para calcular, usando corretamente os comandos”. Embora conversem bastante sobre a atividade que estão executando, os alunos mostram não perceber quais os objetivos do que estão fazendo, além das seguidas dificuldades quanto ao uso dos comandos.

De um modo geral, as duplas são as mesmas em todas as aulas. A atividade realizada não é a mesma para todos, pois alguns estão atrasados em relação ao cronograma estabelecido no início do período letivo e, neste caso, preferem executar ou completar atividades anteriores. A velocidade com que os alunos executam as tarefas é muito diferenciada; dificilmente, duplas ou alunos distintos, em determinado momento, executam a mesma das atividades propostas da aula programada para o dia. As dúvidas que surgem são, em geral, relativas ao uso do software. São raríssimas as perguntas que dizem respeito ao conteúdo de cálculo e inexistem os pedidos de esclarecimentos sobre os conceitos utilizados nos problemas propostos; no laboratório, prevalece o uso do computador como máquina de calcular. As intervenções do monitor reforçam a idéia do computador como substituto do papel e como meio de fazer contas mais depressa: "calcular no computador é a mesma coisa que no papel, com a diferença de que no computador o cálculo é feito através de comandos; para resolver os problemas é só aprender os comandos que o resultado aparece com uma rapidez incrível". Suas explicações se restringem ao como fazer. Há um descompasso entre as aulas teóricas e as aulas práticas, fato que contribui para transformar as atividades do laboratório em treinamento para manuseio do computador. Em muitas duplas apenas o aluno encarregado da digitação se concentra na atividade; o outro fica disperso, desligado do

trabalho a ser realizado. Durante a aula, não há troca de funções entre os elementos de uma mesma dupla. O professor é muito solicitado para esclarecimentos pontuais, desligados do contexto da disciplina. Os alunos manifestam interesse em ter respostas prontas e se mostram avessos ao esforço de procurar soluções, bem como às tentativas de erro/acerto. No decorrer da aula, à medida que os alunos executam atividades, aumenta o nível de conversa e, às vezes, surge um grande interesse na execução da atividade; são momentos que criam no laboratório um ambiente de trabalho. A permanência no laboratório é ótima, com poucas saídas ou deslocamentos de alunos. A disciplina é excelente, não há brincadeiras ou perturbações da ordem. A 15(quinze) minutos do término da aula, há uma movimentação maior e começa a saída dos alunos mas, em fluxo constante. O laboratório não representa nenhuma inovação no processo de ensino-aprendizagem; ele nada mais é do que uma transformação conservadora.

## **CONCLUSÕES**

**O computador como uma máquina de calcular** - No discurso dos alunos e dos professores o computador é considerado e definido como uma máquina de calcular. De acordo com os entrevistados, a finalidade precípua do software é facilitar “a mão de obra”, ou ainda, “fazer o trabalho braçal”; o computador é utilizado apenas como operador, caracterizado como instrumento processador descartável quando o problema não demandar inúmeras operações numéricas.

Ao afirmarem enfaticamente ser imprescindível a aula teórica antes da prática, tanto alunos quanto professores insistem na necessidade de aprender os conceitos, antes de operar com o computador, sendo este apenas um verificador de resultados. O laboratório não representa nenhuma inovação no processo de ensino-aprendizagem; ele nada mais é do que uma modernização conservadora.

**A linguagem computacional e o conteúdo específico do conhecimento** - O estudante, quando no LABCAL, depara-se com dois tipos de saberes. Um é a linguagem computacional a ser aprendida através do domínio do uso do sistema informatizado. O segundo é a linguagem do Cálculo, considerada necessária para a aprendizagem das idéias do cálculo e de suas múltiplas aplicações na engenharia.

**A formação do professor ou sua requalificação na prática educativa** - O computador, como qualquer outro aparato tecnológico, é considerado como elemento integrador do homem ao seu meio sócio-cultural. A máquina, obra humana objetivada, depositária do trabalho humano morto, não pode ser concebida como objeto estranhado e alienante do homem. Assim, é inevitável a aliança tecnológica com o trabalho, em todos os redutos sociais; uma nova postura metodológica decorre da definição de uma política para a escola e para formação do professor. O professor precisa estar imbuído da necessidade de uma imersão não somente na verticalidade epistemológica do saber especializado e técnico, mas deve, na horizontalidade da abordagem didática, sair do centro propulsor e responsável do processo ensino aprendizagem para se tornar um facilitador, um animador, um estudante pronto a romper, a transgredir e a lançar desafios.

**A aula como ambiente de trabalho** - No LABCAL há mais movimento. Esta mobilização deveria ser fator de maior integração dos estudantes e deles com o professor. Os dados levantados no questionário mostram que o LABCAL não melhora a relação dos alunos com os professores, ele melhora somente a relação entre duplas de estudantes.

Ao indagarmos sobre a natureza do conhecimento ou de seu tratamento metodológico, constatamos um forte reducionismo: o de tentar entender a teoria e praticar exercícios, sem uma problematização ou uma interdisciplinaridade. As questões em interação multidisciplinar com aplicação da modelagem matemática às outras áreas de conhecimentos têm sua abordagem localizada apenas em poucos momentos do programa curricular. Não há um continuado tratamento interdisciplinar do conteúdo de matemática.

**Aula expositiva, em sala de aula x aula prática, no laboratório** - Ao compararmos a aula expositiva com a aula prática no LABCAL encontramos algumas semelhanças que tornam sem efeitos significativos no processo de ensino-aprendizagem a estratégia de separar aulas teóricas e aulas práticas. Na sala de aula o aluno copia do quadro; no laboratório ele copia (digita) os exercícios propostos. Em sala, o professor se apressa para cumprir o plano de aula e o currículo; no laboratório o aluno deve cumprir uma atividade pré-determinada, no tempo previsto. Na aula, embora não ocorra a compreensão da matéria, a cópia da síntese que o professor escreve no quadro é um ganho, declaram os alunos; esta síntese passa a ser o conteúdo a ser estudado às vésperas da prova; ele objetiva a matéria dada e, na prova, o professor só pode cobrar o que deu em aula. No laboratório, o

interessante é digitar corretamente, obedecer aos comandos, atingir o resultado correto e cumprir a tarefa proposta; é isto que vale nota, e nota é o valor pretendido.

Para finalizar, os autores consideram necessário e inadiável estabelecer na escola uma pedagogia da pergunta, ou seja, uma pedagogia dialógica. **Dar ao estudante a chance de simular, de perguntar, de investigar.** Fazer um estudo pela pesquisa. Cabe ao professor o papel de organizador, de acompanhante do estudante na assimilação e reelaboração do conteúdo, mostrando-lhe as limitações, os recortes, as variáveis de suas **simulações**. Disponibilizar ao aluno o ferramental para seu caminho heurístico. Mais do que a memorização de comandos no LABCAL e adestramentos em exercícios na aula expositiva, a pedagogia situada de Paulo Freire(1998) vem dar um referencial teórico a embasar o projeto pedagógico da escola, re-significando sistemicamente os conteúdos. Fugir de uma formalização tradicional conservadora acadêmica em direção ao entendimento conceitual a contemplar a gênese do conhecimento e os desenvolvimentos dos conteúdos na sua crítica e reelaboração contextual, transdisciplinar e cultural.

A reengenharia da pedagogia tradicional e a construção de uma nova escola só vai acontecer com o envolvimento dos dois atores principais da prática educativa – o professor e o aluno. Entre os docentes há um consenso em torno do esgotamento do método exclusivista da aula expositiva. Mas, não há um modelo ainda desenhado para a sua substituição. O LABCAL é uma alternativa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, Heitor Garcia de. **Computadores nas escolas: comentando algumas objeções. Tecnologia Educacional.** Rio de Janeiro. ABT, v. 14, n. 62, p. 16 –24, jan/fev.1985.

DEWEY, John. **Experiência e educação.** São Paulo, Nacional, 1971.

\_\_\_\_\_. **Como pensamos.** São Paulo. Pioneira, 1991.

FREIRE, Paulo. **Medo e Ousadia.** Rio de Janeiro. Paz e Terra. 1986.

\_\_\_\_\_. **Pedagogia do Oprimido.** Rio de Janeiro. Paz e Terra.1987.

GONÇALVES, Irlen Antônio. **Informática e Educação: um diálogo com a produção Intelectual brasileira dos últimos vinte anos.** Dissertação de Mestrado.CEFET-MG. 1999

\_\_\_\_\_. **Computador na sala de aula: lugar e implicações.** Trabalho e Educação, Belo Horizonte, n.2, p.69-82, ago./dez. 1997.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência.** Rio de Janeiro; Ed.34, 1993.

MARINHO, Simão Pedro. **Educação na era da informação: os desafios da incorporação do computador à Escola.** Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC/SP.1998.

MOREIRA, Daniel A. **Didática do Ensino Superior: Técnicas e Tendências.** São Paulo: Pioneira. 1997.

OLIVEIRA, Ramon de. **Informática educativa.** Campinas, São Paulo: Papyrus, 1997.

SAVIANI, Demerval. **Escola e Democracia.** São Paulo: Cortez. 1991.

## CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES REALIZADAS NA PESQUISA

Outubro/1998	Elaboração do projeto
Fevereiro/1998	Aprovação do projeto
Fevereiro/Março - 1999	Constituição do referencial teórico, pesquisas bibliográfica, debates sobre a temática pelo grupo de pesquisa, leitura das obras selecionadas
Abril	Definição das atividades de pesquisa Construção do instrumental para pesquisa
Maio/Junho	Seminário com os professores do DME Entrevistas com os professores do DME
Agosto	Observação das aulas teóricas de Cálculo I
Setembro	Observação das aulas de laboratório de Cálculo I
Outubro/Novembro	Aplicação de questionários aos alunos Entrevistas com alunos Entrevistas com professores de Cálculo I que ministram aula no LABCAL
Dezembro	Discussão das conclusões Elaboração do relatório de pesquisa

OBSERVAÇÃO: O Relatório completo da Pesquisa está à disposição para consulta na biblioteca da PUC Minas.

**ANEXOS:**

Questionário aplicado aos alunos de Cálculo I  
dos cursos de Engenharia e de Ciência da Computação da PUC Minas

	<b>SIM</b>	<b>NÃO</b>
1. Você tem computador em casa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Tem utilizado o computador para trabalhos acadêmicos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Realizou algum curso de informática antes de ingressar na universidade?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Estudou o curso médio (2º grau) em escola informatizada que usava o computador nas aulas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Caso já tenha atividade profissional, o seu setor de trabalho envolve tarefa com utilização do computador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Tem facilidade no uso do computador?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. A aula no laboratório computacional em relação a aula expositiva, auxilia a sua relação		
a) Com o professor:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b) Com o colega:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. A sua aprendizagem de Cálculo é maior:		
Nas aulas de laboratório computacional	<input type="checkbox"/>	
Nas aulas em sala de aula	<input type="checkbox"/>	

9. A aula de matemática pelo computador exige dois tipos de saberes:
- I) O conhecimento e a utilização da linguagem computacional (no caso, o uso do software maple);
  - II) O aprendizado do conteúdo específico da Matemática

Na realização da aula com computador há desenvolvimento maior de:

a) **I e II**  **Somente I**  **Somente II**  **Nenhum deles**

b) E ainda **I** dificulta **II**  ou **II** dificulta **I**

10. Você optaria por:

a) Todas as aulas no computador

b) Somente pelas aulas teóricas, eliminando-se as aulas computacionais

c) Parte teórica em sala de aula, parte no laboratório computacional como é desenvolvido, atualmente

**LEVANTAMENTO DE DADOS DO QUESTIONÁRIO APLICADO AOS ALUNOS**

Engenharia Mecânica (%)				Engenharia Civil (%)				Engenharia de Controle (%)				
	Sim		Não		Sim		Não		Sim		Não	
<b>1</b>	86		14		100		0		68		32	
<b>2</b>	74		26		93		07		90		10	
<b>3</b>	60		40		68		32		50		50	
<b>4</b>	37		63		40		60		31		69	
<b>5</b>	75		25		41		59		45		55	
<b>6</b>	82		18		29		71		69		31	
<b>7 a)</b>	05		95		64		36		34		66	
<b>b)</b>	86		14		82		18		67		33	
<b>8</b>	0		100		07		93		10		90	
<b>9 a)</b>	12	15	21	52	15	52	15	18	39	49	6	6
<b>b)</b>	87		13		100		0		90		10	
<b>10 a)</b>	5				11				8			
<b>b)</b>	37				66				25			
<b>c)</b>	58				23				67			

Computação (%)			Eng.Mecatrônica (%)		Eng.Elétrica (%)		Eng. Eletrônica (%)	
	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM	NÃO
<b>1</b>	96	04	91	9	69	31	83	17

<b>2</b>	96	04	88	12	90	10	74	26								
<b>3</b>	50	50	56	44	58	42	56	44								
<b>4</b>	38	62	17	83	45	55	68	32								
<b>5</b>	60	40	33	67	68	32	64	36								
<b>6</b>	96	04	74	26	87	13	98	02								
<b>7 a)</b>	77	23	50	48	25	75	26	74								
<b>b)</b>	92	08	88	12	75	25	74	26								
<b>8</b>	31	69	24	76	02	98	12	88								
<b>9 a)</b>	55	33	08	04	61	17	08	04	42	36	08	14	45	26	11	18
<b>b)</b>	100	0	61	29	80	20	56	44								
<b>10</b>																
<b>a)</b>	23		09		08		13									
<b>b)</b>	12		06		20		28									
<b>c)</b>	65		85		72		59									