

UMA METODOLOGIA PARA O CÁLCULO I

Jorge Luiz do Nascimento - Jorge@dee.ufri.br
Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Eletrotécnica da Escola de Engenharia
CT — Bloco H - Sala 227 - Ilha do Fundão
21945-970 – Rio de Janeiro – RJ

RESUMO

Os elevados índices de reprovação na disciplina de Cálculo I dos cursos de engenharia tem sido objeto de permanente discussão e investigação (Nasser e Nascimento, 1997; Nascimento, 1997; Araújo e Trzesniak, 1999; Flemming, Luz e Coelho, 1999). Além das dificuldades intrínsecas da disciplina, aponta-se como causas (Nasser e Nascimento, 1997; Nascimento, 1997; Cury, 1999; Vasconcelos e Teixeira, 1998): a crescente falta de base dos alunos e as diferenças metodológicas existentes entre o curso de 2º grau e o curso superior. Como tentativa de contribuir para a minimização do problema, uma pesquisa experimental vem sendo desenvolvida. Objetiva-se melhor identificar as causas e apontar alternativas de solução. Os experimentos consistem de reprogramações da disciplina, centradas na discussão da base conceitual e na aplicação de técnicas de ensino e de aprendizado mais interativas. Contrapõe-se resultados de aprendizado e aprovação em relação aos métodos propostos. Resultados indicam que a questão metodológica e a abordagem dos “pré-conceitos do cálculo” se caracterizam como os fatores mais importante em todo o processo. Após 5 períodos de experimentações, apresentaremos neste trabalho sugestões com ênfase na questão metodológica para o ensino do cálculo, reservando todo o espaço de um outro artigo neste XXVIII COBENGE para uma discussão sobre os pré-conceitos.

Palavras chave: Metodologias, Pré-requisitos, Pré-conceitos, Evasão, Repetência

1. INTRODUÇÃO

A matéria de Cálculo Diferencial e Integral está presente no primeiro ano de diversos cursos superiores, desde a área tecnológica, passando pelas ciências básicas e da natureza e, até mesmo, na área de administração e economia. Os índices de reprovação registrados (Nasser e Nascimento, 1997; Nascimento, 1997), em geral são elevados. São menores nos cursos de engenharia e maiores nas demais áreas, mantendo uma relação inversa com a afinidade dos alunos em relação à matemática, que é uma característica da escolha da carreira. Se isto, de certo modo, é óbvio, era de se esperar a ocorrência mínima de reprovações nos cursos de engenharia. No entanto, os índices ainda não são satisfatórios, sendo tema permanente dos nossos debates (Flemming e Paladini, 1997; Paterlini, 1997; Flemming, Paladini, Eger e Pereira, 1997). Considerados sempre um dos causadores da evasão nas séries iniciais (Araújo e Trzesniak, 1999; Costa Jr, Montanhini e Rodrigues, 1999; Lotufo, Souza, Covacic e Brito, 1998; Santos, 1998), os resultados nas disciplinas de Cálculo, bem como, em outras disciplinas, deveriam, de forma contrária, servir como agentes motivadores, dada a importância, para estes cursos, de uma forte formação conceitual e operacional nesta matéria. Estas disciplinas, que deveriam ser cursadas de forma prazerosa, são recebidas como castigos pelos alunos (Costa Jr, Montanhini e Rodrigues, 1999; Cury, 1999), acabando por desgastar a juventude dos nossos estudantes, que chegam um pouco amargurados ao final do curso. Em geral, peca-se na forma de ensino, na forma de estudo e na forma de avaliação, prejudicando o aprendizado e o resultado final.

2. ORIGENS DO PROBLEMA

Uma pesquisa, feita junto a docentes e alunos, apontou, como principais causas para as reprovações na disciplina de Cálculo I, na UFRJ (Nasser e Nascimento, 1997; Nascimento, 1997): a falta de base dos alunos, as diferenças metodológicas do 2º grau em relação ao curso superior e as dificuldades intrínsecas da disciplina de Cálculo I. Citou-se, também, a retirada de alguns conteúdos do currículo de 2º grau, tais como: conteúdos de geometria analítica, trigonometria e álgebra linear (Quadro 1 e 2). Em contra partida, mostrou-se que resultados ruins já ocorriam antes mesmo das reformas iniciadas em 1968 (Quadro 3), que foram as responsáveis por esta redução de conteúdos (Cunha e Góes, 1985). Além disso, como parte deste estudo, foram feitas observações em aulas do ensino fundamental e de 2º grau, com interesse na prática metodológica e na questão dos conteúdos. Este primeiro estudo mostrou indícios de que as opiniões levantadas tinham fundamentos e suscitou o desejo de proceder uma investigação mais ampla, que estabelecesse uma correlação melhor definida do desempenho dos alunos nas disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral com as causas apontadas. Os resultados do novo estudo proposto deveriam identificar, com maior precisão, as causas apontadas no primeiro estudo, utilizando-se experimentações de modificações metodológicas e programáticas, que ao mesmo tempo pudessem mostrar alternativas para a melhoria do aproveitamento dos alunos. Os primeiros resultados (Nascimento, 1999) revelaram outros aspectos ainda mais preocupantes, que enfatizam a inter-relação da falta de conteúdos e conceitos básicos com a questão da predisposição para o aprendizado da matemática e com a questão metodológica, tomadas como focos centrais no processo de investigação. Estas novas condicionais foram anexadas às variáveis de entrada dos novos experimentos, podendo ser diferenciadas como segue:

- pré-requisitos - são compostos por ferramentas operacionais, tais como; divisão de polinômios, fatoração, traçado dos principais gráficos da geometria analítica, procura de raízes, funções e identidade trigonométricas,
- pré-conceitos - consistem dos conceitos naturais e intuitivos, embutidos nas estruturas numéricas, geométricas e variacionais e
- predisposição ao aprendizado da matemática – vontade de entender os conceitos e de dominar a parte operacional (Costa Jr, Montanhini e Rodrigues, 1999).

Quadro 1. Principais causas apontadas pelos alunos como responsáveis pelas reprovações em Cálculo I (Nascimento, 1997)

Causas apontadas	CT/CCMN
1. Ensino de 1º e 2º graus menos exigente	16,25 %
2. Faltou empenho dos professores	1,71 %
3. Falta visão aos professores	5,13 %
4. Falta ensino de limites e derivadas	25,64 %
5. Muito de paternalismo de professores	2,56 %
6. As turmas eram numerosas	1,71 %
7. 2º grau direcionado só para vestibular	38,03 %
8. Os alunos não levam o ensino a sério	8,97 %
Total	100,00 %

Quadro 2. Principais causas apontadas pelos alunos para as reprovações em Cálculo I (*Nascimento, 1997*)

Causas	Índices
Dificuldades intrínsecas do cálculo	21,73%
Diferenças metodológicas	19,73%
Diferença de nível e rigidez	17,33%
Falta de dedicação dos alunos	10,66%
Outras distribuídas em percentuais não significativos	30,55%

Quadro 3. Evolução do rendimento (aprovações) curso/professor de Cálculo I (*Nascimento, 1997*)

Alunos de Engenharia											
Anos	67	73	74	79	80	85	86	89	95/1	95/2	96/1
Resultados (%)	s/reg.	72,76	61,41	90,13	79,45	62,61	63,05	76,49	55,70	55,04	70,04
Alunos de Matemática											
Anos	67	73	74	79	80	85	86	89	95/1	95/2	96/1
Resultados (%)	s/reg.	36,75	21,74	66,10	76,79	82,35	75,58	70,00	43,86	62,86	25,00

3. METODOLOGIA DE PESQUISA E METODOLOGIAS DE ENSINO

Ao longo de 5 períodos a nova pesquisa vem sendo desenvolvida através de investigações experimentais realizadas na sala de aula de disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral. A metodologia empregada na pesquisa busca, não só, a identificação de causas, como também, formas de ação para melhorar o desempenho dos alunos. Ela consiste de experimentações com “alternativas metodológicas e programáticas” em disciplinas de Cálculo I. O campo para coleta de dados é a interação aluno x professor, dentro e fora de sala de aula, além de análises sobre as atividades realizadas com os alunos (avaliações da disciplina). Adicionalmente, para a questão das diferenças metodológicas, procurou-se também observar com mais detalhes os métodos de estudo presentes no ensino de 1º grau. Os experimentos vem sendo realizados em turmas de licenciatura (Quadro 4), porque estas classes se caracterizam como ambientes propícios para estas investigações, havendo sempre uma expectativa de maior interatividade dos alunos no processo de ensino e no próprio experimento realizado. As variáveis de análise envolvidas na investigação são:

Variáveis de entrada:

- a forma de abordagem e o aprofundamento da matéria na bibliografia utilizada,
- a forma de abordagem na apresentação dos conteúdos pelo professor,
- o contrato estabelecido com os alunos e
- os tipos de avaliação empregados.

Variáveis dependentes:

- a aceitação dos métodos empregados,
- a verificação de aprendizado através da interação aluno x professor,
- os resultados nas avaliações realizadas e
- os índices de aproveitamento.

Esperava-se obter as seguintes respostas:

- que realmente deve ser recuperado na base de conhecimento dos alunos,
- como minimizar as diferenças metodológicas existente entre o curso de nível médio e o curso de engenharia e
- como reduzir as dificuldades intrínsecas da disciplina de Cálculo I.

Adotou-se métodos de ensino caracterizado por grande interatividade entre alunos e professor, baseados na realização de atividades em classe e atividades extraclasse, individuais e em grupo. A matéria é reprogramada a cada experimento, de acordo com as análises realizadas sobre o experimento anterior, sempre de forma a facilitar os procedimentos de pesquisa e de ensino. A proposta de cada experimento (disciplina), incluindo o critério de aprovação, é apresentada e discutida no início de cada experimento, além de ser enfatizado, que o mais importante é mostrar razoável domínio da matéria ao final do curso. São realizadas atividades específicas com os conteúdos de recuperação e com os do Cálculo Diferencial e Integral, atingindo a marca de cerca de 20 trabalhos. Todas as atividades são pontuadas de forma a incentivar a participação e a presença em sala de aula.

A metodologia de pesquisa acabou por se confundir com o que deveria ser um de seus principais resultados; o de apontar uma proposta metodológica alternativa para o ensino do cálculo. A investigação experimental teve um desenvolvimento com muitas realimentações. No lugar de simples anotações, relacionando as variáveis de entrada com as medições das variáveis de saída, a cada constatação e a cada novo dado observado, uma nova alteração em alguma variável de entrada era implementada. Estas alterações implicaram, quase sempre, na elaboração de novas atividades de ensino e aprendizado

Desta forma, o método de pesquisa serviu a dois propósitos: realizar a investigação proposta e tentar corrigir as deficiências observadas, visando obter desempenhos satisfatórios.

4. RELATOS DA INVESTIGAÇÃO EXPERIMENTAL

4.1 Primeiro experimento

Realizado em uma turma com 68 alunos de Licenciatura em Biologia e em Geografia, foi elaborado um planejamento para recuperar base de conteúdos do 2º grau, considerada pré-requisito do cálculo conforme as indicações da primeira pesquisa. Além disso, propôs-se estabelecer formas de abordagem que facilitassem o ensino dos conceitos do cálculo e pudessem orientar os alunos na forma adequada de estudo. A recuperação foi realizada através de uma revisão de álgebra e de geometria analítica, utilizando o capítulo 1 do livro texto (Leithold,1982). A abordagem dos conceitos de cálculo foi composta por motivação, baseadas na utilidade do conteúdos, e desenvolvimento expositivo e interativo, tentando-se forçar uma maior participação, até a formalização dos conceitos e das aplicações. Muitas dúvidas surgiram durante as aulas, tendo sido atendidas, caso a caso, sem limitações de tempo e conforme as solicitações. Em seguida o processo era estendido para definições e para a operacionalização dos conceitos, sempre referenciado no livro texto. Foi adotado um processo de avaliação continuada, através de trabalhos e listas de exercícios, propostos semanalmente, com entrega não obrigatória e sem prazo determinado, respeitando-se o tempo de cada aluno.

Surgiram problemas no início do curso devido a grande dificuldade dos alunos no trato com a álgebra (fatoração e funções racionais) e com a geometria analítica (representação de gráficos e cálculo de pontos característicos), que acabaram por atrasar muito a conceituação de limite em relação ao planejamento original. Vencida esta etapa, o conceito de derivada ficou muito simples de ser ensinado e o aprendizado pode ser comprovado pelos debates em

aula e pelos trabalhos realizados. Os trabalhos eram constituídos basicamente de listas com exercícios de tópicos de Cálculo I, sendo ainda propostos os seguintes trabalhos especiais:

- estudo das funções exponenciais, logarítmicas e trigonométricas, incluindo traçado de gráficos em escala.
- pesquisa sobre a utilização dos conteúdos de Cálculo Diferencial e Integral nas disciplinas ou áreas de formação dos alunos, acompanhadas da orientação de docentes das mesmas disciplinas.

O conjunto da proposta metodológica, incluindo formas de abordagem e de avaliações, proporcionou claramente uma grande interação com a turma, quebrada somente ao final do curso. Como a proposta inicial do curso era a de não realização de provas, no decorrer do terço final do período, a grande maioria dos alunos passou a dar prioridade às outras disciplinas, resultando em maior afastamento, inadimplência de entrega de trabalhos, além da ocorrência de cópias e muitos erros. Isto prejudicou a avaliação, tornando-se necessária a aplicação de uma prova final. Além disso, a proposta pedagógica assumida concorreu para um grande atraso no programa, levando à extensão da carga horária para dentro do período de férias, reduzindo a frequência e prejudicando a avaliação continuada do aprendizado de integral, além de motivar mais alguns abandonos.

4.2 Segundo experimento

Realizado em uma turma com 35 alunos de Licenciatura em Química. Também neste caso, iniciou-se o curso através de uma revisão de álgebra e geometria analítica, usando o capítulo inicial do livro texto (Simmons, 1987) e, aproveitando a experiência com as dúvidas do período anterior, que foram inseridas nos conteúdos do planejamento inicial da disciplina. O livro texto foi mudado em função da avaliação negativa com o livro anterior, usado no primeiro experimento. Alguns pré-conceitos do cálculo foram revisados para toda a turma, quando a maioria considerou necessário, otimizando o tempo utilizado para esta finalidade. As dúvidas individuais receberam o tratamento convencional de gabinete. Neste curso, houve uma maior preocupação com o cumprimento do planejamento inicial. Os tópicos de cálculo seguiram a abordagem apresentada pelo livro texto que contém muitas variações na forma de caracterização dos conceitos. Com uma leve tendência ao ensino em espiral, o aprofundamento dos conceitos é feito, em geral, de maneira gradativa, usando, em alguns casos, a formalização direta e, em outros, a motivação baseada na aplicação dos conteúdos. Na operacionalização dos conteúdos, através dos exemplos e exercícios resolvidos, também, foi seguida a abordagem adotada pelo livro texto. A quase totalidade dos exercícios do livro foi resolvida em sala de aula, exceto os repetidos e os mais fáceis.

Novamente, tentou-se adotar um processo de avaliação continuada. Além das provas, foram propostas listas de exercícios quinzenais com conteúdos de Cálculo I, com entrega não obrigatória e prazo préfixado. Estas listas eram usadas para identificação das principais dúvidas. O único trabalho especial proposto foi o de aplicações da derivada.

Os alunos mostraram boa participação e interesse na compreensão dos conceitos, apresentando muitas dificuldades na operacionalização dos mesmos. Apesar disto, não ocorreram grandes interrupções ou debates mais longos durante as aulas.

Como na proposta inicial já contávamos com as dificuldades nos conteúdos de álgebra e geometria analítica e, como a carga horária prevista era 50% maior que a da turma do período anterior, não houve atraso no planejamento inicial. Apesar disso, os resultados não foram bons (Quadro 4).

4.3 Terceiro experimento

Realizada em uma turma com 49 alunos de Licenciatura em Biologia. Os conteúdos de álgebra e geometria analítica, além dos pré-conceitos do cálculo, foram incluídos no programa. Os pré-conceitos foram identificados e formalizados, pela primeira vez, como tópicos específicos da disciplina. Nada foi considerado como revisão. Todos os tópicos foram desenvolvidos de forma seqüencial, utilizando uma abordagem composta por: motivação do tema, questionamentos originados nos pré-conceitos, análises interativas, tempo para raciocínio, tentativa de respostas e consolidação de conceitos. Em um primeiro estágio, trabalhou-se todos os conceitos do cálculo com funções polinomiais simples, que foram conduzidos, posteriormente, para funções com maior complexidade algébrica ou no traçado de gráficos. A orientação para a abordagem inicial de cada conceito do cálculo foi baseada nos livros de referência (Simmons, 1987; Aguiar, Xavier e Rodrigues, 1988), mas não foi adotado livro texto. A conceituação era desenvolvida de forma incompleta, deixando-se sempre a oportunidade de tentativas de conclusões pelos alunos. A formalização era o que menos importava, sendo a operacionalização dos conceitos feita através de atividades (exercícios) em sala de aula, com o mesmo procedimento adotado para as abordagens teóricas.

O desenvolvimento da matéria obedeceu quase que rigorosamente ao planejamento original e as dúvidas remanescentes foram trabalhadas a nível de gabinete. O retorno aos tópicos era feito de forma planejada conforme o desenvolvimento natural do curso, não exigindo mudanças no planejamento original.

Foram propostos trabalhos quinzenais com entrega não obrigatória e com prazo determinado, contendo conteúdos de “recuperação” e tópicos específicos de cálculo. Alguns trabalhos especiais foram propostos:

- aplicação de limite e derivada na biologia
- funções exponenciais, logarítmicas e trigonométricas, incluindo traçado de gráficos em escala, cálculo de limites, derivadas e integrais.
- solução de sistemas de equações e inequações de 1º grau
- traçado de parábolas e outros gráficos.
- sistemas de equações e inequações de 2º grau
- cálculo de área sob uma curva pelo método da exaustão

De acordo com os resultados dos experimentos anteriores, evitou-se tratar os conteúdos de recuperação como “dívidas a serem pagas”, passando a tratá-las como “novos recursos em oferta”.

Os alunos apresentaram grande participação e interesse na solução das atividades propostas, mostrando igual dedicação nos trabalhos e nas duas provas aplicadas.

Com uma boa dosagem da abordagem em espiral, a avaliação continuada se tornou viável.

4.4 Quarto experimento

Realizado em uma turma com 58 alunos de Biologia, a filosofia de trabalho adotada nesta turma foi praticamente a mesma da anterior devido aos bons resultados obtidos. Os métodos de abordagem e de desenvolvimento dos conceitos foram quase exatamente os mesmos. Foram usados os mesmos livros de referência para preparação das aulas, sem indicação de livros textos. Devido à melhor caracterização dos pré-conceitos do cálculo, conseguida após o terceiro experimento, a elaboração de atividades específicas com estes tópicos ficou muito facilitada. Foram adotados novos métodos de trabalho em grupo (Cury, 1999; Lauria e outros, 1999) realizados em sala de aula, aplicados principalmente com os pré-requisitos e com os

pré-conceitos. Estes novos métodos são caracterizados por forçarem a interação entre os alunos, num processo de raciocínio individual e de construção conceitual coletiva. Foram propostos cerca de 20 trabalhos, de todos os tipos: em classe e extraclasse, individual e em grupo, operacionais e de construção de conceitos, aplicados e teóricos, de pouco e de muito trabalho. Os trabalhos especiais do experimento anterior foram novamente propostos.

A frequência foi sempre elevada e participativa e os abandonos foram informados, sendo quase sempre de alunos que tinham dificuldades em manter a frequência. Novamente houve grande interesse na solução das atividades. Os resultados de aproveitamento foram coerentes, na medida em que os alunos com maior participação em trabalhos, também, obtiveram as maiores notas nas provas. Ao final, foi dada uma nova chance, através de uma prova para aqueles alunos que não conseguiram mostrar aproveitamento satisfatório. Em geral, alunos com baixa frequência e que realizaram poucos trabalhos.

4.5 Quinto experimento

Realizado com 2 turmas simultaneamente. Uma de Licenciatura em Biologia com 21 alunos e outra de Licenciatura em Geografia com 43 alunos. A mesma filosofia de trabalho dos dois últimos experimentos foi adotada com algumas modificações. Não houve indicação de livro texto, tendo sido indicados dois livros como referências, que possuem abordagens mais parecidas com as adotadas em nossas atividades. O primeiro (Boulos, 1999) possui um pequeno livreto, chamado de pré-cálculo, que envolve conteúdos de recuperação de álgebra e análise numérica. O outro (Weber, 1986), apresenta algumas abordagens com uso de pré-conceitos. Os métodos de abordagem e de desenvolvimento dos conceitos em aula foram quase exatamente os mesmos. Adotou-se os métodos de trabalho em grupo introduzidos no experimento anterior, propondo-se cerca de 24 trabalhos ao todo, sendo apenas dois especiais: um de cônicas e outro de funções exponenciais, logarítmicas e trigonométricas, optando-se por uma maior número de pequenos trabalhos.

Ocorreram migrações de alunos vindos de outras turmas comuns para as duas turmas submetidas ao experimento. No caso da Biologia, as imigrações ocorreram no início e muitos deles desistiram por causa da cobrança indireta de frequência. Na turma de Geografia, a turma ficou triplicada após 1 mês de aulas devido aos alunos vindos do curso diurno. Os poucos abandonos nesta turma não tiveram justificativas declaradas. As duas turmas mostraram grande interesse na solução das atividades e na participação, apesar da turma de Geografia ter apresentado maiores deficiências de base. Ainda que as notas finais não tenham sido calculadas, o aproveitamento foi considerado bom, tendo sido facilmente verificado pelas intervenções nas últimas aulas e pela opinião expressa por vários dos alunos, manifestando satisfação pelo que aprenderam.

5. ASPECTOS OPERACIONAIS PARA UMA PROPOSTA METODOLÓGICA

Conforme os relatos apresentados, podemos observar que os experimentos conduziram as variáveis de saída para uma região de convergência. As respostas procuradas ficaram muito próximas de uma definição. Praticamente sabemos: o que deve ser recuperado da base de conhecimento dos alunos, como minimizar as diferenças metodológicas existente entre o curso de nível médio e o curso de engenharia e como reduzir as dificuldades intrínsecas da disciplina de Cálculo I. A precisão destas respostas vai depender um pouco da área de formação em que se está trabalhando, da procedência dos alunos e de que linha pedagógica será adotada pelo professor. Porém, partindo-se dos resultados da investigação realizada, pode-se relacionar vários pontos de referência, que servirão para orientação de novas propostas metodológicas:

- Identificação das características da turma, levando-se em conta os registros históricos.
- Considerar a forma de ingresso na instituição, a classificação no sistema de acesso, o período em que o curso será ministrado, a procedência escolar, social e econômica dos alunos (Bazzo e Pereira, 1999; Vasconcelos e Teixeira, 1998).
- Observar desempenhos anteriores de outras turmas na disciplina e as impressões deixadas por professores que já trabalharam na disciplina.
- Elaboração de um plano de curso baseado nas características da turma.
- Relacionar referências bibliográficas compatíveis com as abordagens pessoais pretendidas. Elaborar contrato de trabalho a ser proposto à turma, incluindo o critério de aprovação. Elaborar cronologicamente o programa da disciplina, incluindo os pré-requisitos e os pré-conceitos a serem recuperados e as atividades a serem propostas (trabalhos, listas de exercícios e provas).
- Verificar possíveis métodos de trabalho que facilitem a interatividade, o ensino e o aprendizado.
- Planejar as aulas, pensando e escrevendo sobre a forma de abordagem, ou a estratégia a ser seguida a cada aula.
- Evitar a adoção de livros textos, incentivando os alunos a consultarem mais referências e irem à biblioteca.
- Se possível, adotar alguma atividade interdisciplinar.
- Não incentivar a cópia da aula, fornecendo as notas de aula para serem copiadas, por exemplo.
- Propor pequenas atividades individuais e em grupo, realizadas em classe, diversificando novos tipos, tais como: atividades que iniciam-se por trabalhos individuais, ou em dupla, seguindo-se interações na forma de correções, complementos ou críticas por outros alunos; atividades de construção conceitual e/ou operacional coletiva, onde cada aluno, ou pequenos grupos fazem partes paralelas ou em série, obtendo-se um resultado final único, pensado e discutido por todos e, atividades de pré-conceituação, onde cada aluno deve desenvolver uma tarefa relacionando conceitos naturais, físicos, numéricos ou geométricos com os conceitos do cálculo.
- Pontuar, mesmo que em forma de conceito, todas as atividades propostas e considerar uma fórmula para cálculo da média, onde valorize o número de trabalhos realizados.
- Pontuar também a frequência e não deixar de aplicar, uma ou, no máximo, duas provas.
- A nota da prova deve pesar um pouco mais que a média dos trabalhos e o peso dos trabalhos deve ser diretamente proporcional ao número de trabalhos realizados.
- Não avaliar simplesmente por um número e, sim, pelo potencial que o aluno demonstrou para seguir amadurecendo o que foi aprendido.

6. PRINCIPAIS RESULTADOS

A avaliação dos resultados de nossa pesquisa feitas pelos índices de aprovação talvez não seja a mais importante. Mesmo assim, observando o Quadro 4, podemos constatar, excetuando no caso do segundo experimento, os bons índices obtidos. O índice de aproveitamento foi calculado sem considerar: trancamentos, transferências, abandonos por doenças e os abandonos iniciais. Lamentavelmente, alguns descuidos foram cometidos no 2º experimento. A turma era constituída quase que totalmente por alunos de primeiro período, enquanto nas outras, a disciplina era oferecida para alunos de segundo período. A falta de trabalhos específicos com os conteúdos básicos e com os pré-conceitos, além da pouca

relação dos trabalhos com o cálculo da média final podem não ter estimulado os alunos para a realização dos mesmos, reduzindo o aprendizado e dificultando a sua avaliação. A não ocorrência de maiores discussões nesta 2ª turma pode ter prejudicado um melhor reconhecimento da situação. Talvez a turma tenha sido superestimada. Uma grave falha foi cometida ao avaliar-se que, em uma disciplina de 6 horas, com alunos de notas maiores no vestibular e com maior afinidade com a matemática, as dificuldades seriam menores. Parecia que tudo ia bem, mas os resultados foram muito abaixo da expectativa. Este resultado, que poderia indicar um fracasso da pesquisa, na verdade pode ter sido um dos resultados mais importantes obtidos pelo processo de investigação. Aprendemos com isso, que devemos avaliar o histórico da disciplina, mas, a cada período estaremos diante de alunos diferentes, que devem ser observados com cuidado durante o curso (Bazzo e Pereira, 1999), para implementar alterações no planejamento inicial de acordo com as necessidades.

Não há necessidade de comentarmos os demais resultados numéricos, sendo mais produtivo relacionar os resultados positivos alcançados, deixando os números para a avaliação pessoal de cada leitor.

Quadro 4. Desempenho das turmas submetidas aos experimentos

Experimentos	1º		2º		3º		4º		5º	
	Un.	%								
Nº total de alunos	66	100	35	100	49	100	58	100	64	100
Matrículas trancadas ou transferências	1	1,5	3	8,6	1	2,0	1	1,7	7	10,9
Abandono por doença	2	3,0	0	0	0	0	3	5,2	0	0
Abandonos iniciais	3	4,5	4	11,4	8	16,3	0	0	2	3,1
Abandonos antes da metade do curso	3	4,5	4	11,4	3	6,1	0	0	4	6,3
Abandonos após a metade do curso	6	9,1	1	2,8	1	2,0	4	6,9	4	6,3
Abandonos por faltas de trabalhos ou provas	6	9,1	1	2,8	2	4,1	6	10,3	0	0
Reprovados	22	33,3	18	51,4	18	36,7	4	6,9	11	17,2
Aprovados	43	65,2	14	40,0	30	61,2	40	69,0	36	56,3
Índice de aproveitamento		71,7		50,0		75,0		74,1		63,2

Excetuando o segundo experimento, em todos os demais, tivemos como ponto forte a interação entre alunos e professor. Além dos inúmeros debates e do maior diálogo em aula, através do grande número de trabalhos realizados, foi possível estabelecer um verdadeiro processo de avaliação continuada.

A partir da 3ª turma, onde os resultados passaram a ser excelentes, não só pelo índice de aproveitamento, bem como, pela qualidade e quantidade das intervenções feitas nas aulas e no atendimento externo, ficou a certeza de que a proposta adotada é um bom caminho para a solução dos conhecidos problemas das disciplinas de Cálculo I.

Identificadas as dificuldades, deve-se procurar adotar novas propostas de apresentação de conteúdos que inclua estratégias para minimizar estas dificuldades.

Os métodos adotados, nestes experimentos, tinham como meta ensinar os conceitos de cálculo, juntos com os conteúdos básicos e com os pré-conceitos envolvidos, deixando para abordar os pontos de maior complexidade algébrica em um segundo momento. Dessa forma, o programa da disciplina deve ser flexível e dinâmico, procurando facilitar o aprendizado dos conceitos mais importantes e aprofundando-os à medida que os alunos vão correspondendo.

É claro que o conjunto das alternativas metodológicas propostas forma apenas um embrião mas apresenta forma suficiente para servir como referência na obtenção de melhores

resultados no ensino/aprendizado do cálculo. O próximo passo é aplicá-lo em turmas de engenharia, submetendo os alunos, também, às avaliações tradicionais.

Este trabalho que vem sendo realizado em turmas de licenciatura, em curso noturno, com 4 horas semanais de aula, não pode ser exatamente o mesmo para os Cursos de Engenharia. Porém, a história de reprovação em massa ainda é pior. Além disso, a relação de ódio com a matemática, existente nestas outras formações, não ocorre na Engenharia, o que facilitaria o nosso trabalho. Porém, mesmo nestas turmas de licenciatura, com o novo tratamento, os alunos demonstraram maior interesse e obtiveram melhores índices de aprovação. Para os cursos em que foram aplicados os experimentos, ficou evidente que é possível melhorar os resultados na disciplina de Cálculo I, através da adoção de metodologia apropriada, que considere a heterogeneidade dos alunos, a falta de base de parte deles e as dificuldades próprias da disciplina. Pode-se perceber, também, que a questão metodológica prevalece sobre quaisquer outros fatores, inclusive sobre o problema da predisposição negativa ao estudo da matemática.

7. REFERENCIAS

- AGUIAR, Alberto F. A; XAVIER, Airton F. S. e RODRIGUES, José E. M. “Cálculo para Ciências Médicas e Biológicas”, Editora Harbra, 1988.
- ARAÚJO, Dawilmar G. e TRZESNIAK, Piotr. “Repetência e Evasão: Caracterização Através de Indicadores Quantitativos Computadorizados”, XXVII COBENGE, Natal, pp 2634-2644, 1999
- BAZZO, Walter Antonio & PEREIRA, Luiz Teixeira do V., “Conhecendo os Alunos Inicantes de um Curso de Engenharia”, XXVII COBENGE, Natal, pp 165-173, 1999.
- BOULOS, Paulo. “Cálculo Diferencial e Integral”, Vol 1, Makron Books, São Paulo, 1999.
- BOULOS, Paulo. “Pré-Cálculo”, Vol 1, Makron Books, São Paulo, 1999
- COSTA JR, Hamilton; MONTANHINI, Lúcia R. A. e RODRIGUES, Mariza P. “Relato das Ações Contra Evasão no Curso de Engenharia Civil da UFPR”, XXVII COBENGE, Natal, pp 2645-2650, 1999.
- CUNHA, Luiz Antônio e GÓES, Moacyr de. “O Golpe na Educação”, Rio de Janeiro, Jorge Zahar Editor, 2ª edição, 1985.
- CURY, Helena Noronha, “Novas Experiências de Ensino e Avaliação em Cálculo Diferencial e Integral A”, XXVII COBENGE, Natal, pp786-791, 1999
- FLEMMING, D. M. ; PALADINI, C.R. L. “Informatização das Disciplinas de Cálculo e Álgebra nas Engenharias – Um Levantamento da Realidade e Expectativas Discentes”, XXV COBENGE, Salvador, pp 779 – 791, 1997
- FLEMMING, D. M. ; PALADINI, C.R. L.; EGER, R. C.; PEREIRA, R. “Informatização das Disciplinas de Cálculo e Geometria Analítica nas Engenharias: relato de uma experiência”, XXV COBENGE, Salvador, pp 872 – 886, 1997.
- FLEMMING, Diva Marília; LUZ, Elisa Flemming & COELHO, Cláudio, “Tendências Atuais do Ensino das Disciplinas da Área de Matemática nos Cursos de Engenharia”, XXVII COBENGE, Natal, pp 174-181, 1999.
- LAURIA, Douglas & outros – Grupo de Pesquisa Aplicada ao Aprendizado – GPA – escola de Engenharia de Mauá, “O Ensino Vai Bem, e Melhorando; Mas e o Aprendizado?”, XXVII COBENGE, Natal, pp 669-675, 1999.
- LEITHOLD, Louis. “O Cálculo com Geometria Analítica”, Vol I, 2ª Ed., Harbra, 1982.
- LOTUFO, Anna Diva P.; SOUZA Jr., Celso; COVACIC, Marcio & BRITO, José Marcos S., “Evasão e Repetência na FEIS/UNESP: Análise e Resultados”, XXVI COBENGE, São Paulo, pp 185-204, 1998

- NASCIMENTO, Jorge Luiz do. “A Recuperação dos Pré-conceitos do Cálculo”, V Encontro de Ensino de Engenharia, Petrópolis, pp 64 – 72, 1999.
- NASCIMENTO, Jorge Luiz do. “A Reprovação em Cálculo I: Investigação de Causas”, Rio de Janeiro, Monografia de Licenciatura – UFRJ, 1997.
- NASCIMENTO, Jorge Luiz do. “O Cálculo com Pré-conceito”, XXVII COBENGE, Natal, pp 1472 – 1478, 1999.
- NASCIMENTO, Jorge Luiz do; NASSER, Lilian. “A Reprovação em Cálculo I: Investigação de Causas”, XXV COBENGE, Salvador, pp 903 – 918, 1997.
- PATERLINI, Roberto Ribeiro. “Modificações no Ensino do Cálculo em Cursos de Engenharia”, XXV COBENGE, Salvador, pp 860 – 871, 1997.
- SANTOS, Adilson Pereira dos. “O Comportamento da Evasão nos Cursos de Graduação em Engenharia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto”, XXVI COBENGE, São Paulo, pp 223-241, 1998.
- SIMMONS, George F. “Cálculo com Geometria Analítica”, Vol I, Makron Books, 1987.
- SOUZA, Antônio Lemos da Silva, “Conscientização Vocacional, Pesquisa e Desenvolvimento de Metodologia de Intercâmbio do Curso de Engenharia com as Escolas de 1º e 2º graus”, XXVI COBENGE, São Paulo, pp 463-472, 1998.
- VASCONCELOS, Júlio Celso ribeiro & TEIXEIRA, Maria Inês, “Despreparo dos Ingressantes Versus Exigências de Qualidade nas Escolas de Engenharia: Uma Proposta de Conciliação”, XXVI COBENGE, São Paulo, pp 2629-2638, 1998.
- WEBER, Jean E. “Matemática para Economia e Administração”, 2ª Ed., Editora Harbra Ltda, São Paulo, 1986.