

# **CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL NOS CURSOS DE ENGENHARIA DA UFOP: ESTRATÉGIAS E DESAFIOS NO ENSINO APRENDIZAGEM**

**NÚMERO DE INSCRIÇÃO: 070**

**Prof. MSc. Jorge Luiz B. Murta** (orientador) – [brescia@em.ufop.br](mailto:brescia@em.ufop.br)  
Universidade Federal de Ouro Preto, Escola de Minas, Departamento de Engenharia de Produção, Administração e Economia  
Campus Universitário do Morro do Cruzeiro  
35400-000 Ouro Preto - MG

**Geovane C. Máximo** – [geovanemaximo@yahoo.com.br](mailto:geovanemaximo@yahoo.com.br)  
Graduado em Matemática pela UFOP e Mestrando em Demografia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional – CEDEPLAR, Faculdade de Ciências Econômicas da UFMG  
Rua São José, 105 - Centro  
35410-000 Cachoeira do Campo, Ouro Preto – MG

**Resumo:** *O Cálculo Diferencial e Integral é uma das ferramentas matemáticas mais importantes para os cursos de engenharia, pois possibilita o estudo e a modelagem de problemas reais das mais diversas áreas de sua atuação do engenheiro. Tal importância pode ser confirmada a cada novo semestre nas Universidades de todo o país quando são oferecidas dezenas de disciplinas de Cálculo direcionadas aos alunos daqueles cursos. O que se percebe, no entanto, ao final dos semestres é que quando estes alunos precisam aplicar os conhecimentos adquiridos em situações-problema reais, eles demonstram uma dificuldade geral em confrontar as ferramentas matemáticas com os conceitos da Engenharia evidenciando um aprendizado superficial do Cálculo, traduzido por uma enorme taxa de reprovação. Procura-se com este trabalho, portanto, discutir as principais causas do insucesso dos cursos de Cálculo Diferencial e Integral - tendo como eixo de nossa análise o perfil sócio-econômico e o conhecimento prévio de Matemática dos alunos de Engenharia da UFOP – bem como sugerir ações que possam potencializar um aprendizado adequado da disciplina, contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino de Engenharia e a formação de profissionais mais autônomos, criativos e eficazes na resolução de problemas do seu cotidiano e do ambiente de trabalho.*

**Palavras-chave:** *Ensino-aprendizagem; Educação-matemática; Cálculo diferencial e integral; Perfil sócio-econômico; Qualidade no ensino.*

**Tema:** *Ciências Básicas e Engenharia.*

## **1. INTRODUÇÃO**

O debate atual sobre a Educação Matemática no Brasil e no mundo indica a necessidade de mudança na forma de se conceber o seu ensino nos mais diversos níveis, seja ele o fundamental, médio ou superior, já que num mundo cada vez mais globalizado não faz sentido o ensino “enciclopédico” em que o aluno apenas recebe o conhecimento e não se posiciona criticamente frente a ele.

Para Lopes<sup>1</sup> (*apud* MACHADO, 2002, p.14), o Cálculo Diferencial e Integral é um conhecimento que permite,

*(...) nas mais variadas áreas do conhecimento, como Engenharia, Química, Física, Biologia, Economia, Computação, Ciências Sociais, Ciências da Terra etc, a análise sistemática de modelos que permitem prever, calcular, otimizar, medir, analisar o desempenho e performance de experiências, estimar, proceder a análises estatísticas e ainda desenvolver padrões de eficiência que beneficiam o desenvolvimento social, econômico e humanístico dos diversos países do mundo.*

Responsáveis por um amplo estudo cujo objetivo principal consistiu em conhecer as causas da evasão e da retenção nos cursos de Engenharia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto - UFOP, com dados relativos ao período de 1996-99, RIOS et al (2001) verificaram que o percentual de estudantes reprovados no curso de Engenharia Civil nas disciplinas de Matemática do ciclo básico, foi de 44,5%; na Engenharia Geológica, o índice superou os 61%; na Engenharia de Minas, chegou a 60,7% e na Engenharia Metalúrgica as reprovações foram da ordem de 54,7%. Ainda segundo eles, a disciplina que registrou o mais elevado índice de reprovação foi o Cálculo Diferencial e Integral I.

Ciente das dificuldades com as quais deparam os estudantes de Cálculo e do baixo índice de aprovação desta disciplina, Lopes (*apud* MACHADO 2002, p.14) destaca que:

*(...) em todos os países, educadores e matemáticos buscam encontrar métodos que visem facilitar o entendimento do Cálculo por parte dos estudantes. Muito tem se conseguido, mas é importante dizer que nenhuma fórmula mágica foi encontrada até hoje.*

O que se pretende com este artigo, portanto, é discutir as causas do insucesso dos cursos de Cálculo e sugerir ações que possam colaborar na mudança dos paradigmas atuais do seu ensino tomando como referência para a nossa análise a situação vivenciada atualmente pela Universidade Federal de Ouro Preto.

## 2. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O ensino empobrecido da Matemática teve suas origens filosóficas no positivismo do final do século XIX que influenciou decisivamente a elite brasileira daquela época, repercutindo na etapa inicial de implantação do ensino de Engenharia no Brasil. O cartesianismo que, a partir do século XVII, mudou a filosofia moderna buscava a unificação do saber, estabelecendo as bases de uma nova ciência e estruturando um método que permitia conhecer a verdade mediante a utilização da linguagem matemática para a descrição da natureza, cujos fundamentos haviam sido elaborados inicialmente por Galileu.

Para LAUDARES e RIBEIRO<sup>2</sup>, autores de diversas pesquisas sobre o ensino de Engenharia, tendo por base o modelo de conhecimento cartesiano e positivista, a ciência não tem como objetivo refletir sobre o seu significado. Limita-se a calcular, prever, classificar e

<sup>1</sup> MACHADO, Nilson José. **Epistemologia e Didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente**. 3.ed. São Paulo: Cortez, 1999. 320p. p.125.

LAUDARES, João Bosco; RIBEIRO, Shirlene. **Trabalho e Formação do Engenheiro**. In: BRUNO, Lúcia. LAUDARES, João Bosco (Org.) **Trabalho e Formação do Engenheiro**. Belo Horizonte: FUMARC/ PUC, 2001. p.2.

inventariar dados empíricos, ou seja, o conhecimento é estruturado independente da história e dos processos sociais. Dessa forma, o sujeito assume uma posição passiva diante dos fatos e acontecimentos. Num modelo de conhecimento baseado na teoria crítica, a ciência é discutida de forma integrada ao contexto social no qual ela se encontra. A proposta desta teoria, segundo o mesmo autor,

*(...) é que a ciência faça uma reflexão sobre si mesma, uma vez que os progressos que a tecnologia apresenta em uma determinada sociedade não se separam da forma como o conhecimento foi constituído. O ensino de engenharia pode, desta forma, ser construído dentro de uma nova base questionadora e atualizada.*

Tendo em vista esta teoria o ensino de Matemática deve dar sua contribuição à formação do engenheiro moderno, levando-o ao desenvolvimento do raciocínio crítico, da capacidade de trabalho coletivo, a solucionar problemas do seu ambiente de trabalho, compreender as tecnologias em desenvolvimento e se adaptar nessa sociedade que se configura atualmente em um ambiente de constante mudança.

Neste contexto, o Cálculo Diferencial e Integral constitui-se em uma ferramenta poderosa de trabalho para a Engenharia, cujas aplicações não se limitam apenas a problemas “artificiais” apresentados nos livros didáticos - desenvolvidos, em sua maioria, para o aprendizado de técnicas matemáticas - mas sim ao estudo e a modelagem de problemas reais das áreas de atuação do engenheiro moderno. O caráter básico do Cálculo é, portanto, o de ampla aplicabilidade, o que teoricamente possibilita aos professores que ministram cursos na área atuarem de forma eficaz na qualificação de um profissional crítico e preparado para o enfrentamento dos desafios que se colocam atualmente no campo da Engenharia moderna.

## **2.1 O ensino de Cálculo Diferencial e Integral na UFOP**

Na UFOP, a disciplina “Cálculo Diferencial e Integral I”, comumente chamada de “Cálculo I”, está presente em todos os cursos de Engenharia da Universidade, bem como nos outros cursos das ciências exatas, tais como Matemática, Física e Química. Para todos eles a carga horária é de 90 horas- aula por semestre e a ementa é a seguinte:

- ❖ Funções
- ❖ Limites
- ❖ Derivadas
- ❖ Integrais.

O capítulo sobre aplicações das integrais fica a cargo do “Cálculo II”. No entanto, estas aplicações contemplam apenas problemas matemáticos como o cálculo de áreas e volumes e não problemas “reais” do cotidiano dos alunos.

Para os professores de Cálculo I da UFOP a proposta curricular do curso é, em geral, satisfatória. A maioria acredita que o tempo disponível para a disciplina é suficiente para o ensino dos tópicos apresentados acima, mas admitem que há uma tendência geral a priorizar o ensino das derivadas e integrais em detrimento dos outros conteúdos, já que as funções e os limites são teoricamente estudados no Ensino Médio em muitas escolas.

Cabe colocarmos aqui que nos atemos neste trabalho mais especificamente ao Cálculo I, que historicamente tem apresentado os maiores índices de reprovação entre as disciplinas de Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto.

## **3.0 METODOLOGIA**

Com o intuito de investigarmos o ensino de Cálculo na UFOP aplicamos uma avaliação aos calouros dos cursos de Engenharia que nos possibilitou inferir sobre a “bagagem” de conhecimentos de Matemática - essenciais ao aprendizado do Cálculo - que eles possuem ao ingressar na faculdade. A avaliação foi aplicada em três turmas de Cálculo I, escolhidas de forma aleatória, no início do segundo semestre letivo de 2003, em Setembro, perfazendo um total de 63 alunos pertencentes aos cursos de Engenharia Ambiental, de Produção, Geológica, Metalúrgica, Civil e de Minas. As turmas de Cálculo na UFOP não são direcionadas a um curso específico. Por isso, em uma mesma turma encontram-se estudantes de várias engenharias e de outros cursos das Ciências Exatas.

A avaliação proposta foi composta de três questões que priorizaram basicamente o estudo das funções do 1º e 2º grau, geralmente estudadas durante os ensinamentos Fundamental e Médio nas escolas de todo o país e largamente utilizadas para o desenvolvimento dos conteúdos do Cálculo nas Universidades. Escolhemos estes conteúdos porque ao serem questionados sobre quais habilidades, técnicas e conhecimentos prévios em relação à Matemática, os alunos deveriam possuir para poder acompanhar o desenvolvimento dos conteúdos do Cálculo I, todos os professores da Disciplina na Universidade enfatizaram a necessidade do calouro possuir habilidade no manejo com funções do 1º e 2º grau e com a trigonometria. Além disso, muitos destacaram a importância de se saber ler e interpretar corretamente um texto e dominar a linguagem utilizada na Matemática.

A metodologia adotada para a correção das provas levou em consideração se o aluno foi capaz de elaborar e utilizar os conceitos matemáticos que estavam envolvidos para solucionar os problemas e não se ele forneceu uma resposta numérica correta ao final da questão. Sabemos que podem existir outros meios mais eficazes de se avaliar as construções lógico-matemáticas dos alunos, o que possivelmente colocaria em questionamento a metodologia adotada aqui. Contudo, por se tratar de um teste bastante simples, que não tinha por objetivo “testar” se os alunos eram capazes de memorizar fórmulas e empregar conceitos e técnicas demasiadamente elaborados, acredita-se que o “teste” proposto foi um bom instrumento de avaliação do conhecimento prévio de Matemática dos calouros de Engenharia da UFOP.

Concomitantemente à avaliação foi aplicado um questionário aos professores de Cálculo I naquele semestre. No total oito professores responderam às perguntas, que visavam auxiliar no diagnóstico do ensino de Cálculo na Universidade. Os resultados obtidos com o questionário encontram-se comentados ao longo deste artigo.

Além da avaliação de Matemática para os calouros e do questionário para os professores, traçamos o perfil sócio-econômico dos estudantes compilando as informações do questionário sócio-econômico da UFOP que os alunos preenchem rotineiramente ao serem admitidos na Universidade.

#### **4.0 AVALIAÇÃO DE MATEMÁTICA**

A primeira questão proposta tratava-se de um problema simples de modelagem matemática cujo ferramental a ser utilizado pelos alunos para solucioná-la seria basicamente os conceitos de função do 1º grau. O problema a ser resolvido propunha que os alunos encontrassem a função matemática ( $y = ax + b$ ) que modelava o consumo de energia de uma residência, e a partir daí construir e interpretar o seu gráfico, bem como manipular os conceitos de domínio e de imagem para informar o consumo (em Kw/h) e o gasto (em reais) em um determinado mês naquela residência.

A questão número 2 apresentou um problema de múltipla escolha com cinco alternativas onde o aluno foi levado a determinar para quais quantidades de mercadorias vendidas por uma empresa o seu lucro correspondente seria positivo. A função que expressava o lucro foi colocada propositalmente sob a forma de um produto de funções do primeiro grau, para que os estudantes pudessem escolher a melhor estratégia a ser utilizada por eles para

solucioná-la: através das próprias funções do primeiro grau ou pela função do segundo grau que seria obtida ao se efetuar aquele produto.

O terceiro problema pedia a representação no plano cartesiano da trajetória descrita por um projétil em movimento uniformemente acelerado, o que obviamente, é modelado por uma função do segundo grau que foi dada no enunciado do exercício. Além disso, foi pedido aos alunos que determinassem, em metros, a altura máxima atingida pelo projétil, que seria encontrada em quilômetros ao se manipular a função que descreve a trajetória. Eles teriam, portanto, que fazer uma transformação de unidades de quilômetros para metros. Embora o conhecimento sobre transformação de unidades não seja “tão” necessário ao aprendizado de Cálculo (a experiência nos permite dizer que não é necessário), não se pode negar que é um conhecimento que todo estudante, principalmente um futuro engenheiro deva possuir.

A tabela 01 abaixo nos mostra o desempenho geral dos calouros de Engenharia na Avaliação de Matemática. Os resultados foram classificados de acordo com a porcentagem de sucesso (média geral de acertos) em cada questão, da seguinte forma:

*Ruim:* até 30%                      *Regular:* entre 30 e 60%  
*Bom:* entre 60 e 80%                *Satisfatório:* entre 80 e 100%

**Tabela 01- Resultado médio da Avaliação de Matemática**

QUESTÃO	HABILIDADE AVALIADA	% SUCESSO	% INSUCESSO	RESULTADO
1A	Modelar função do 1º grau	80,95	19,05	<i>satisfatório</i>
1B	Noção de Imagem	94,0	6,00	<i>satisfatório</i>
1C	Noção de Domínio	85,7	14,30	<i>satisfatório</i>
1D	Gráfico de função do 1º grau Conhecimento sobre	57,1	42,90	<i>regular</i>
2	máximos	85,8	14,10	<i>satisfatório</i>
3A	Máximo de função do 2º grau	55,5	44,50	<i>regular</i>
3B	Transformação de unidades	36,5	63,50	<i>insatisfatório</i>
<i>Desempenho médio: 70,8% (bom)</i>				

Fica claro, através destes resultados, que a maioria dos calouros ingressaram na Universidade com considerável conhecimento sobre as funções do primeiro e do segundo grau que os permite acompanhar com relativo sucesso os conteúdos desenvolvidos na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. Salvo algumas poucas exceções, o ensino de funções no início dos cursos de Cálculo deve ser suficiente para nivelar o conhecimento dos calouros de Engenharia. Aliás, os próprios professores de Cálculo I da UFOP enfatizaram nos questionários que não vêem necessidade da inserção de um curso pré-cálculo no ciclo básico das engenharias tal como acontece em algumas Universidades do país, pois, segundo eles, nem todos os calouros necessitam de um curso com este perfil. Somente aqueles com dificuldades maiores deveriam ser encaminhados para cursos de nivelamento ou às aulas de monitorias. Contudo, a criação de tais cursos na UFOP é considerada difícil de ser implementada pela maior parte dos professores.

RIOS et al (2001, p.6), ao estudarem as causas da evasão e da retenção nos cursos de engenharia da UFOP entre os anos de 1996-2001, chegaram à seguinte conclusão:

*Conforme os dados puderam revelar, a Universidade Federal de Ouro Preto admite para os cursos, objetos deste trabalho, um contingente importante de estudantes portadores de um background nas áreas de Física, Matemática e Química no mínimo questionável. Sem pretender transferir as responsabilidades pelo fracasso escolar, refletido pela evasão e retenção, exclusivamente para este ou aquele segmento, não é possível fazer vistas grossas à importante*

*contribuição para a ocorrência de tais fenômenos nos cursos de Engenharia da UFOP: falta do domínio de competências e habilidades básicas trazidas pelos estudantes dos níveis de ensino fundamental e médio, assim como a postura quase inerte do ciclo básico em habilitar em tempo razoável este estudante para a construção / apropriação dos conhecimentos mínimos necessários ao posterior domínio das ferramentas da Engenharia.*

Os resultados obtidos com a avaliação nos permitem dizer, com relativa segurança, que os estudantes de Engenharia que ingressaram na UFOP no segundo semestre de 2003 parecem sinalizar ligeira mudança em relação ao que foi verificado por RIOS *et al* entre os anos de 1996 e 2001 nesta Universidade. Há que se considerar que os calouros de Engenharia apresentaram um nível básico de conhecimento matemático que com certeza será um facilitador no seu desempenho nas disciplinas de Cálculo e naquelas específicas de seu próprio curso. Contudo, esse fato não desonera educadores nem a própria Universidade em estar repensando a metodologia adotada nos cursos de Matemática para as Engenharias, muito menos cessa a discussão em torno da qualidade dos cursos de Cálculo que estão sendo ministrados. Novas metodologias aliadas a um público ávido a absorvê-las só tendem a potencializar o sucesso do ensino, sobretudo o de Matemática, historicamente tradicionalista e desestimulante.

## **5.0 PERFIL SÓCIO-ECONÔMICO DOS CALOUROS DE ENGENHARIA DA UFOP**

Traçamos o perfil sócio-econômico e cultural do estudante de Engenharia da UFOP que ingressou no segundo semestre de 2003 para contextualizarmos a nossa investigação em torno das razões que potencialmente possam estar contribuindo para o insucesso dos cursos de Cálculo na Universidade.

Em síntese, este breve levantamento nos revelou que:

1- Em consonância ao que vem sendo verificado em várias universidades brasileiras, a maioria dos alunos (cerca de 60%) são brancos; 27% pardos; 7% negros; 5% amarelos e apenas 1% índios. Sem entrar no mérito da questão, vê-se claramente que os brancos ainda são maioria na universidade pública federal brasileira. Essa constatação subsidia a argumentação daqueles que defendem as políticas de cotas para os grupos de menor proporcionalidade dentro das Instituições de Ensino Superior no Brasil e, neste caso particular, na UFOP.

2 - Em relação ao estado civil, 98,8% dos estudantes eram solteiros; casados, viúvos e separados perfizeram um total de apenas 1,2%.

3 - No que se refere à renda do grupo familiar, 2,5% dos estudantes possuem renda familiar igual ou inferior a 1 salário mínimo; 65,3% entre 1 e 10 salários; e 32,4% pertencem a seletor grupo daqueles cuja renda é superior a 10 salários mínimos. Para efeito de comparação, segundo classificação do IBGE, uma família brasileira é considerada de baixa renda se possuir renda mensal inferior a 1 salário mínimo; de classe média, se possuir renda de até 10 salários e de classe-média alta / rica se a sua renda for superior a este último valor. Conclui-se, portanto, que os alunos das engenharias da UFOP que ingressam em 2003/02 pertencem principalmente às classes A (rica), B (classe média alta) e C (classe média), já que a parcela de estudantes carentes (com renda familiar inferior a 1 salário mínimo) é quase inexpressiva.

4 - Em relação ao exercício de atividades remuneradas, 82,8% dos alunos declararam não trabalhar e serem sustentados ou pelos seus pais ou por responsáveis enquanto que 17,2% do total exercem algum tipo de atividade remunerada como forma de viabilizar a sua permanência na Universidade.

5 - Cerca de 81,7% dos estudantes cursaram um Ensino Médio não profissionalizante; 16,6% fizeram cursos técnicos; e apenas 2% cursaram supletivo 2º grau.

6 - Em relação à escola freqüentada no Ensino Médio, 48,1% dos alunos freqüentaram, em sua maior parte, uma escola pública (municipal, estadual ou federal) e 51,9% uma escola particular (confessional ou não-confessional); ou seja, a maior parte dos estudantes de Engenharia veio de escolas particulares.

7 - Outro fato interessante que foi constatado diz respeito ao uso do computador: 21% dos alunos utilizam-no apenas para lazer; 38% para trabalhos escolares e profissionais; 32% para lazer e trabalhos escolares e profissionais; e felizmente, apenas 9% disseram não utilizar computadores.

## 6.0 - INSUCESSO DOS CURSOS DE CÁLCULO: “PRIVILÉGIO” DA UFOP?

Apesar de sua importância e ampla aplicabilidade, o Cálculo I continua a ser o campeão nos índices de reprovação do Departamento de Matemática da Universidade Federal de Ouro Preto, com índice médio de reprovação em torno dos 55% segundo o último estudo divulgado pela Pró-reitoria de Graduação, com dados relativos ao período de 1996-2001.

Sigssarid<sup>3</sup>, (*apud* RIOS et al, 2001, p.7), observa que

*“o estudante de graduação nas IES<sup>4</sup> públicas custa aos cofres públicos por ano R\$5.800,00. Na UFOP, no universo de aproximadamente 1000 estudantes, objeto da pesquisa apresentada no Cobenge 2000, pelo menos 40% perderam um ano de vida escolar através de reprovação; isso representa um prejuízo de quase R\$2.200.000,00, recurso este que poderia ser empregado em programas de capacitação docente, bolsas para a graduação, materiais e recursos didáticos, entre outros. O custo social decorrente dessa perda justificaria o investimento em políticas institucionais que venham minimizar o fracasso escolar. É inadmissível que num país em desenvolvimento, portanto carente de mão-de-obra especializada, um contingente significativo de indivíduos passem pela Educação Superior sem levar dessa formação o mais importante que é a titulação em determinada profissão.*

Mas o que justifica tanta reprovação, especialmente nos cursos de Cálculo da UFOP? Este fenômeno é local ou é também vivenciado por outras Universidades? Se os alunos dos cursos de Engenharia possuem um conhecimento considerável de Matemática, conforme nos mostrou a avaliação; são egressos de escolas particulares (em geral, consideradas melhores que as públicas); têm em sua maioria acesso a computadores; não trabalham e dispõem de tempo para estudar, o que explica então o baixo rendimento nos cursos de Cálculo?

Esta é com certeza uma questão polêmica e estamos ainda muito longe de encontrarmos uma solução definitiva para o problema. No entanto, baseado na análise de alguns aspectos simples do ensino do Cálculo na UFOP, foi possível observar algumas práticas que podem estar contribuindo para o insucesso do seu ensino na Universidade.

---

<sup>3</sup> SIGSSARDI, V. (2000) – **Desafios da Educação Superior no Brasil: quais são as perspectivas**. Avaliação Revista da rede de avaliação das Universidades brasileiras. Campinas, vol.5 nº 2 junho.

<sup>4</sup> Instituições de Ensino Superior

Na verdade, diversos estudos têm mostrado que o ensino de Matemática em vários cursos superiores de Universidades brasileiras padece do mesmo mal: a falta de conexão entre o que é estudado em sala de aula com a realidade do aluno, ou seja, os professores não enfatizam a aplicabilidade dos conteúdos estudados tanto para o curso de graduação quanto para a futura vida profissional dos estudantes. Segundo Bathelt <sup>5</sup>, (*apud* FERRUZZI 2003, p. 30),

*(...) a insatisfação de alunos e professores sobre os resultados escolares nessa ciência, indica que existem problemas sobre sua prática de ensino e aprendizagem que precisam ser encarados. A Matemática tem sido trabalhada nas escolas como um amontoado de regras e procedimentos mecânicos a serem decorados e, oportunamente, utilizados. Trabalhados dessa forma seus conteúdos decorados não têm qualquer significado prático ou teórico para a vida dos alunos.*

No caso específico do Cálculo Diferencial e Integral, trata-lo de forma desconexa às outras disciplinas do curso, sem contextualização, torna o aprendizado cansativo e sem propósitos. Alie-se a esse fato a forma desestimulante com que muitos professores da disciplina ministram seus cursos, apresentando problemas prontos e acabados que exigem do aluno apenas a aplicação de alguma técnica previamente decorada ou memorizada e não o raciocínio crítico em torno do problema que está sendo proposto, eliminando do processo de ensino-aprendizagem um fator fundamental: a criatividade e o prazer.

Segundo Dacquino<sup>6</sup>, (*apud* MACINTYRE, 2002, p.48),

*(...) o que caracteriza o homem não é apenas a razão, mas também a capacidade de superá-la, mediante a criatividade. De fato, criar é ir além dos limites do racional, ou pelo menos, do comum; é sair do isolamento de si, para ir ao encontro do outro; é entrar no futuro, na eternidade. Por isso, pode-se falar de criatividade, no campo da arte ou da pesquisa científica.*

Segundo o mesmo autor, “a criatividade está ligada à camada mais profunda do ser humano. Baseia-se em uma atividade do inconsciente com a participação do consciente”.

A criatividade é consequência que aparece quando uma pessoa atinge um alto nível de prazer em uma determinada atividade. Isso se deve ao fato de, para gerar algo novo, nosso cérebro necessita de um banco de dados e o respectivo domínio sobre ele, adquirido através de vários e constantes aprendizados. E o aprendizado está ligado ao prazer naquela atividade. Tornar o ensino de Cálculo Diferencial e Integral prazeroso é, ou pelo menos deveria ser, uma meta a ser obstinadamente alcançada pelos professores da disciplina.

A bibliografia adotada nos cursos de Cálculo é também um problema. Em geral, os alunos consideram os livros desestimulantes e alienados, isto é, não trazem aplicações da matéria aos problemas da Engenharia sendo que grande parte do material disponível nas bibliotecas são traduções do inglês, com exemplos mais próximos da realidade do estudante norte-americano. Segundo Biembengut<sup>7</sup> (*apud* FERRUZZI, 2003, p.30),

<sup>5</sup> BATHELT, R. E; CEOLIN, G. M. (2001). **Transformações Educacionais na Virada do século XXI: Implicações para o ensino da Matemática.** Disponível na página da web: <http://www.ufsm.br/adeonline/regina.html>.

<sup>6</sup> D'ACQUINO, Giacomo. **Viver o prazer.** São Paulo: Edições Paulinas / Psicologia Familiar, 1992. 270 p.

<sup>7</sup> BIEMBENGUT, M. S. (1997). **Qualidade de Ensino de Matemática na Engenharia: uma proposta metodológica e curricular.** Florianópolis: UFSC, 1997. Tese de Doutorado, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção e Sistemas. P. 11.



*(...) a ausência de tópicos aplicados à área específica, nos livros de matemática, traz dificuldades àquele que ensina e àquele que deveria aprender, para uma melhor compreensão prática daquilo que está sendo exposto.*

Os professores de Cálculo da UFOP consideram os livros disponíveis na Biblioteca do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas didaticamente adequados para os alunos das Engenharias, mas não em número suficiente para a demanda. Isso é um problema bastante grave já que o acesso a uma Biblioteca com diversidade, qualidade e número de títulos é primordial na complementação dos processos de ensino-aprendizagem.

Outro “aspecto” evidenciado pelos questionários aplicados aos professores e que compromete de certa forma a qualidade dos cursos de Cálculo da UFOP direcionados para a Engenharia é o fato da maioria dos professores da disciplina possuir formação acadêmica voltada para a área da Matemática Pura. Não se pode afirmar que o fato de possuir formação nesta área fará com que um determinado professor não consiga ministrar um bom curso de Cálculo; pelo contrário: teoricamente ele possui elementos suficientes para lecionar a matéria da melhor forma possível por possuir amplo conhecimento sobre o assunto. Mas o que se argumenta aqui é que o ensino desse conteúdo para futuros engenheiros deveria ser ministrado por professores que, além de conhecimento matemático específico, possuíssem também conhecimento dos problemas e questões comumente tratados pela Engenharia.

Para a melhoria do ensino de Cálculo, a capacitação docente é também importante porque o professor tendo sido formado num modelo mecanicista-reducionista, no qual ele não tem muito a dizer sobre sua prática, repete em sala de aula os pressupostos mecanicistas e convencionais. Diante dos desafios atuais da educação superior, cabe ao professor, conforme exprime Menezes (apud MSCHADO, 2002, p. 52),

*(...) compreender seu papel e de seu aluno, sabendo situar no plano social geral o conteúdo específico de cada curso. Isto é uma parte importante do processo pedagógico, da qual o professor raramente está consciente, porque ele está hoje diante de um desafio para o qual não está preparado. É preciso prepará-lo.*

Essa é tarefa da Universidade, que deve além de "fazer ciência", investir continuamente na formação e re-qualificação de seus professores, pois só assim as bases para a construção de um currículo, no qual saber cotidiano e saber formal estejam sempre em conexão, estarão firmemente instaladas no ensino superior brasileiro.

A utilização de novas tecnologias é outro fator que pode contribuir para a melhoria do ensino de Cálculo na UFOP, tais como softwares gráficos e de manipulação de dados. A informática é uma grande aliada nos processos educacionais, pois, contribui, no caso da Matemática, para o seu entendimento, a visão da sua aplicação e a solução de problemas, contribuindo significativamente para uma inserção crítica do estudante de engenharia no mercado de trabalho. Contudo ela exige novamente um preparo extra do professor que precisará dedicar tempo no estudo e preparo de aulas com o auxílio dos computadores.

Curiosamente, nenhum dos professores do Departamento de Matemática da UFOP que responderam ao questionário desta pesquisa disse utilizar recursos computacionais ou algum outro tipo de metodologia alternativa para o ensino do Cálculo, apesar de a Universidade possuir diversos laboratórios de computação e softwares específicos para o ensino de Matemática tais como o Mathematica, o Matlab e o Minitab. Contudo, verifica-se também que as turmas de Cálculo I da UFOP estão superlotadas, com uma média de 50 alunos por sala. Isso dificulta muito o trabalho do professor nos laboratórios de computação, uma vez que o

número de micros disponíveis não é o suficiente para a realização de um bom trabalho. O que se verifica de um modo geral é que há um certo “comodismo” nos professores de Cálculo da UFOP que apesar de possuírem excelente conhecimento específico não procuram introduzir uma nova metodologia para o enriquecimento de suas aulas.

Vemos, portanto, que diversos fatores contribuem para o insucesso dos cursos de Cálculo, especialmente os da UFOP, mas nenhum fator contribuirá mais para o seu sucesso que a mudança de postura do professor de Matemática, ao abandonar o ensino tradicionalista e mecanicista e se dispor a adotar novos recursos tecnológicos e metodologias em suas aulas que oportunizem um aprendizado real e consistente do Cálculo Diferencial e Integral.

## 7.0 CONCLUSÕES

Este artigo discutiu alguns dos desafios que se colocam atualmente no ensino de Cálculo Diferencial e Integral destinado aos cursos de Engenharia da UFOP. Assim, ele objetiva auxiliar na implementação de políticas da Universidade que tenham como meta tornar o ensino de Cálculo dinâmico e moderno, de forma a contribuir decisivamente na formação de engenheiros mais críticos e preparados para o mundo moderno.

Como a Engenharia e o Cálculo nasceram de necessidades reais do homem, o ensino dessas ciências precisa levar em consideração esses aspectos históricos ao formular os currículos a serem seguidos nas universidades, ou seja, é preciso propiciar ao aluno de Engenharia um aprendizado real, com significado, que evidencie o caráter aplicado dessa ciência. E o Cálculo Diferencial e Integral precisa ser articulado de forma a possibilitar o alcance deste objetivo.

Em relação ao ensino do Cálculo na UFOP, observamos que apesar dos calouros de Engenharia estarem ingressando na Universidade com um nível de conhecimento matemático bastante satisfatório, o que os possibilitaria acompanhar com sucesso a disciplina Cálculo I, ainda sim ela registra altos índices de reprovação e insucesso. Além disso, a prática pedagógica dos professores da disciplina mostrou-se bastante conservadora e tradicional, onde as aulas expositivas constituem-se o único recurso utilizado pela maioria deles para o ensino do Cálculo, tornando-o, provavelmente, desestimulante e de difícil compreensão.

Salas superlotadas, aulas sem o auxílio de computadores e outras metodologias alternativas, livros fora da realidade do engenheiro brasileiro. Esses são apenas alguns dos aspectos que potencialmente estão minimizando a aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral na UFOP. Sugere-se, portanto, que os professores adotem uma forma de trabalho menos tradicional e mais interdisciplinar, que traga o ensino de Cálculo para o campo de interesses do engenheiro moderno, contextualizando-o com a realidade vivida por esses profissionais.

Espera-se que este trabalho tenha dado a sua contribuição no sentido de alertar para a necessidade de mudanças no ensino de Cálculo Diferencial e Integral na UFOP, bem como possa auxiliar nos futuros debates acerca desse assunto dentro desta Universidade e em outras Instituições de Ensino Superior contribuindo para a tão desejada mudança na forma tradicional de se conceber o ensino de Matemática em nosso país.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. A Matemática nas escolas. **Educação Matemática em Revista**. Ano 9. nº 11<sup>a</sup> Abril de 2002. pp. 29-33

FERRUZZI, Elaine Cristina. **A modelagem Matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos superiores de tecnologia**. 2003. 154 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Florianópolis, UFSC.

LOPES, Artur. **Algumas reflexões sobre a questão do alto índice de reprovação nos cursos de Cálculo da UFRGS**. Sociedade Brasileira de Matemática. Rio de Janeiro, n.26/27, p.123-146, jun./dez. 1999. (Matemática Universitária)

MACHADO, Luiz Elpídio de Melo **O hipertexto na aprendizagem do cálculo diferencial e integral**. 2002, 94p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas). Florianópolis: UFSC.

MACINTYRE, Ana Beatriz Lott. **Tecnologia e Prazer – O ensino de Matemática aplicado à Administração**. 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) – Florianópolis, UFSC.

RIOS, J. R. T.; SANTOS, A. P.; NASCIMENTO, C. **Estudo da evasão e da retenção nos cursos de engenharia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto**. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 28, 2000, Ouro Preto, MG. Anais Eletrônicos do XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia*. Ouro Preto: Associação Brasileira do Engenharia – ABENGE, 2000.

\_\_\_\_\_. **Estudo da evasão e da retenção nos cursos de engenharia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto**. In: *CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 29, 2001, Ouro Preto, MG. Anais Eletrônicos do XXIX Congresso Brasileiro de Engenharia*. Ouro Preto: Associação Brasileira do Engenharia – ABENGE, 2001.

## **DIFFERENCIAL AND INTEGRAL CALCULUS IN THE ENGINEERING COURSES OF UFOP: STRATEGIES AND CHALLENGES IN THE TEACHING AND LEARNING**

**Abstract:** The Differential and Integral Calculus is one of the most important mathematical tools for the engineering courses, because it makes possible the study and the modelling of real problems of the most several areas of performance of the engineer. Such importance can be confirmed to every new semester in the Universities of the whole country when a lot of disciplines of Calculus are offered addressed to the students of those courses. What is noticed, however, at the end of the semesters it is that when these students need to apply the acquired knowledge in real situation-problems, they demonstrate a general difficulty in confronting the mathematical tools with the concepts of the Engineering, evidencing a superficial learning of the Calculus, translated by an enormous disapproval rate. We seek with this work, therefore, to discuss the main causes of the failure of the courses of Differential and Integral Calculus - having as axis of our analysis the socioeconomic profile and the previous mathematical knowledge of the students' of Engineering of UFOP - as well as to suggest actions to potentiate an appropriate learning of the discipline, contributing to the improvement of the quality of the teaching of Engineering and to form professionals' more autonomous, creatives and effectives in the resolution of problems of their daily and from their work.

**Key-words:** Teaching-learning; Mathematics Education; Differential and Integral Calculus; Socioeconomic profile; Quality in the teaching.