COBENGE 2005
XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia
"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"
12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb
Promoção/Organização: ABENGE/UFCG-UFPE

CÁLCULO ZERO: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA COM CALOUROS NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Gisela Hernandes Gomes – giselah@mackenzie.com.br
Universidade Presbiteriana Mackenzie, Departamento de Propedêutica de Engenharia.
Rua Itambé, 45
CEP 01239-902 – São Paulo – SP
Célia Mendes Carvalho Lopes – celiagiz@mackenzie.com.br
Solange dos Santos Nieto – solangenieto@mackenzie.com.br

Resumo*: Neste trabalho descrevemos um experimento pedagógico, identificado como "Cálculo Zero", para tentar minimizar as dificuldades encontradas pelos alunos nas disciplinas básicas dos cursos de engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie. Verificamos que, freqüentemente, o desempenho dos alunos é muito fraco, refletindo em altos índices de reprovação, desistência, bem como a migração para outros cursos. O primeiro ano dos cursos de engenharia se ressente do desinteresse dos jovens pela profissão o qual acreditamos que seja causado pela falta de perspectivas de emprego, na área de sua formação. Visando uma melhoria no primeiro ano, destes cursos, e visando aprimorar a qualidade do ensino e a formação desses jovens, foi elaborado por um grupo de professores das disciplinas básicas da Escola de Engenharia, um resumo teórico, dos conteúdos de matemática, referente aos ensinos fundamental e médio, disponibilizado na Internet.*

Palavras-chave*: Qualidade de ensino, Disciplinas básicas, Projeto, Cálculo zero.*

1. INTRODUÇÃO

O alto índice de reprovação dos ingressantes, do Curso de Engenharia, nas disciplinas básicas, não é um fato novo que possa causar surpresa aos envolvidos, sejam eles alunos, professores, chefes de departamentos ou diretores.

A cada realização do Cobenge, percebemos nos trabalhos apresentados, e nos relatos de professores, a grande preocupação e os vários estudos dedicados e direcionados para mudança desse fato.

Um grupo de professores que ministram as disciplinas básicas da Escola de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie, preocupados com a qualidade na formação básica desses alunos iniciantes e querendo reforçar os alicerces para as disciplinas específicas, elaborou um trabalho suporte o qual foi disponibilizado na *Internet*, a partir do 2º semestre de 2004.

Este material continha tópicos, selecionados pelo grupo, que são pré-requisitos para as disciplinas de primeiro semestre, referentes aos ensinos fundamental e médio. Os conteúdos estavam dispostos em forma de texto, contendo tópicos de revisão e uma lista de exercícios.

Ao iniciar o semestre, os alunos foram informados sobre este material que estava disponível na *Internet* e os motivos que levaram o grupo de professores à elaboração do mesmo e de que maneira os alunos seriam avaliados.

Foi marcada uma prova, não obrigatória, fora do horário de aula, referente aos conteúdos que estavam expostos no resumo e a nota obtida seria incorporada na média final de Cálculo Diferencial e Integral I.

A aceitação por parte dos alunos não foi fácil, pois não podemos esquecer que eles acabavam de ser aprovados no Processo Seletivo, o que acabou refletindo no número de alunos que realizaram as provas (Tabela 1).

Tabela 1 – Alunos de Cálculo I

	2004/2	2005/1
Alunos cursando Cálculo I na data da prova	351	485
Alunos que realizaram a prova	262	228

Na prova da primeira avaliação, apesar das questões terem sido de múltipla escolha, muitos alunos deixaram ao lado as resoluções, contribuindo muito para nossa análise.

Para o início do primeiro semestre de 2005, o material disponível no *site* foi reformulado, dividido por tópicos específicos, facilitando sua consulta pelos calouros, que foram avaliados sobre os conteúdos dos assuntos abordados no novo material.

Desta vez, as provas tiveram seu formato alterado, contendo questões de múltipla escolha e questões discursivas, para melhorar nosso diagnóstico.

2. ANÁLISE DAS PROVAS

A primeira avaliação de Matemática, feita no segundo semestre de 2004 (2004/2) com 262 calouros, foi composta por 15 questões de múltipla escolha, priorizando os conceitos básicos que seriam utilizados principalmente na disciplina de Cálculo. A segunda avaliação, feita no primeiro semestre de 2005 (2005/1) com 228 calouros foi composta por 10 questões, sendo 5 de múltipla escolha e 5 discursivas.

A Figura 1 mostra o rendimento por assunto nas duas avaliações de matemática, mas ressaltamos que nosso intuito não é o de compará-los, já que o perfil dos alunos que ingressam nos processos seletivos de meio e início de ano não é o mesmo, o número de questões das avaliações foi diferente e alguns tópicos deixaram de ser abordados.

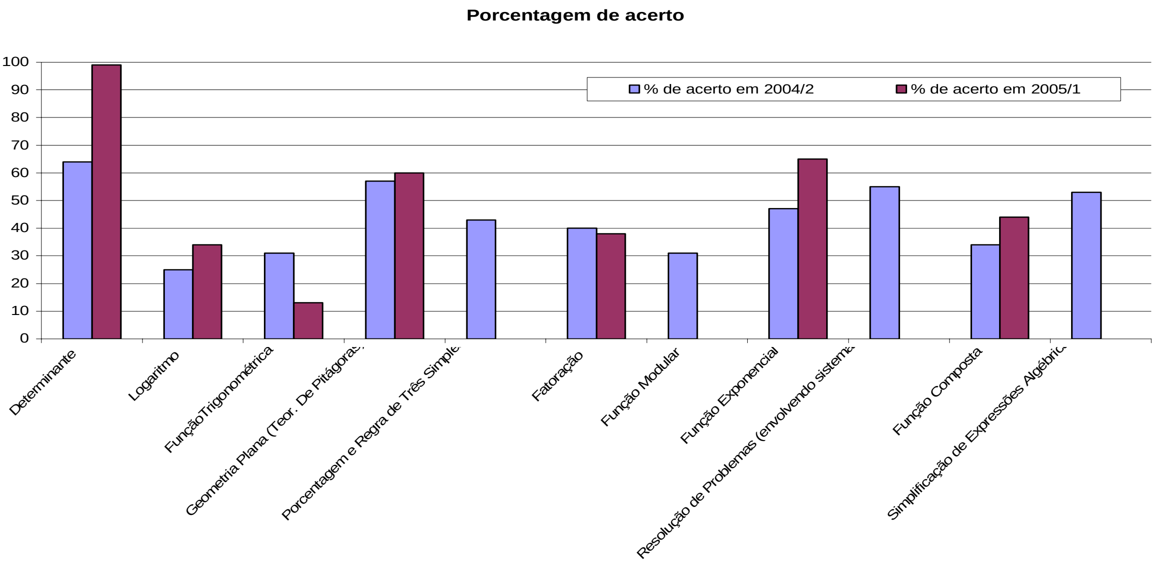

Figura 1 – Porcentagem de acerto por assunto nas duas avaliações

A correção das questões foi feita e tecemos comentários de algumas das soluções por acharmos relevante e importante tomarmos consciência das dificuldades encontradas pelos alunos frente às nossas perspectivas futuras deste trabalho.

1) (2004/2) Sendo a e b diferentes de zero, determinar o valor de b tal que $\begin{vmatrix} a^2 & \frac{1}{3a} \\ 2a & b \end{vmatrix}$ seja nulo.

Solução apresentada:

$$-\frac{1}{3a}.2a + a^2 b$$

$$a^2 b = \frac{2}{3}$$

$$b = \frac{2}{3a^2}$$

Comentário: Esta questão obteve 64% de acerto, no entanto, observamos que não foi do entendimento de alguns alunos o termo “seja nulo”. Observa-se que os alunos sabem a técnica de resolução de determinante de ordem 2, mas eles não escrevem o resultado do cálculo como uma equação, apesar de resolverem como tal.

2) (2004/2) Calcule $\ln a^2 b^3$ sendo $\ln a = 2$ e $\ln b = 5$.

Soluções apresentadas:

a) $\ln a^2 + \ln b^3 = 2^2 + 5^3 = 129$

b) $6 \ln a.b = 6 \ln 10 = 60$

Comentário: Percebe-se que os alunos não dominam o conceito de logaritmo e as suas propriedades. Esta questão apresentou um índice de acerto de apenas 25%.

3) (2005/1) Determine o valor da expressão $\dfrac{1-x^8}{(1+x).(1+x^2).(1+x^4)}$ para x = 101.

Soluções apresentadas:

$$\frac{1-x^8}{(1+x)\cdot(1+x^2)\cdot(1+x^4)} = \frac{1-x^8}{1+x\cdot x^2\cdot x^4} = \frac{1-x^8}{1+x^7} = \frac{1-x}{1} = 1-x$$

Comentário: Percebe-se que o aluno desconhece a propriedade distributiva, assim como, propriedades algébricas elementares.

4) (2004/2) Calcule a soma das soluções da equação $|5x-3| = 12$.

$$a)\ |5x-3| = 12$$
$$5x-3 = 12$$
$$x = 3$$

ou

$$b)\ |5x-3| = 12$$
$$5x-3 = \pm 12$$
$$5x = \pm 15$$
$$x = \pm 3$$

Comentário: Nota-se que o conceito de função modular não está claro para o aluno. Da nossa experiência de sala de aula, o aluno tem como fala que "como módulo é sempre positivo e 12 é um número positivo, então já é suficiente", o que justifica a eliminação do módulo no item (a). Na resolução (b), o aluno "lembra" que módulo pode ser positivo ou negativo, mas não sabe resolver a parte algébrica.

5) (2004/2 e 2005/1) Classifique em verdadeiro (V) ou falso (F) as seguintes afirmações:

(I) $(x+y)^2 = x^2 + y^2$

(II) $(x.y)^2 = x^2.y^2$

(III) $\sqrt{x^2+y^2} = x+y$

(IV) $\frac{x}{y} + \frac{y}{x} = \frac{x+y}{y+x}$

a) I é verdadeira e III é falsa
b) III é verdadeira e IV é falsa
c) IV é verdadeira e I é falsa
d) II é verdadeira e III é falsa
e) todas são verdadeiras

As porcentagens de marcação em cada alternativa foram:

Tabela 2 – Porcentagem de respostas assinaladas

Porcentagem em 2004/2	Porcentagem em 2005/1	Verdadeira	Falsa
7,25 %	2,61 %	I	III
23,66 %	12,72 %	III	IV
11,07 %	6,58 %	IV	I
53,44 %	76,32 %	II	III
4,58 %	1,76 %	todas	

Para avaliarmos melhor a resposta, vejamos a Tabela 3 com as porcentagens de alunos que marcaram cada item.

Tabela 3 – Porcentagem de respostas assinaladas de cada item

	Verdadeiro	Falso

Item	2004/2	2005/1	2004/2	2005/1
(I) $(x+y)^2 = x^2 + y^2$	7,25+4,58 = 11,83	2,61+1,76 = 4,37	11,07	6,58
(II) $(x.y)^2 = x^2.y^2$	53,44+4,58 = 58,02	76,32+1,76 = 78,08	--	--
(III) $\sqrt{x^2 + y^2} = x + y$	23,66+4,58 = 28,24	12,72+1,76 = 14,48	7,25+53,44 = 60,69	2,61+76,32 = 78,93
(IV) $\frac{x}{y} + \frac{y}{x} = \frac{x+y}{y+x}$	11,07+4,58 = 15,65	6,58+1,76 = 8,34	23,66	12,72

Comentário: Parece-nos claro que alguns alunos não têm conhecimento das propriedades de potenciação e radiciação. Por exemplo, no item (I) o número de alunos que marcaram verdadeiro (11,83% em 2004/2 e 4,37% em 2005/1) foi aproximadamente o mesmo dos que marcaram falso (11,07% em 2004/2 e 6,58% em 2005/1).

6) (2005/1) Classifique em verdadeiro (V) ou falso (F) as seguintes afirmações:

(I) $8^{2/3} = 2^2$

(II) $\sqrt{x^2} = x$, para $x \in IR$

(III) $sen(3\theta) = 3sen(\theta)$, para $\theta \in IR$

(IV) $\ln(a^2b^3) = (\ln a)^2 + (\ln b)^3$, para a > 0 e b > 0

a) I e III são verdadeiras
b) II e IV são falsas
c) II e III são verdadeiras
d) I e II são verdadeiras
e) todas são verdadeiras

As porcentagens de marcação em cada alternativa foram:

Tabela 4 - Porcentagem de respostas assinaladas

Porcentagem	Verdadeira	Falsa
2,63 %	I, III	-
12,72 %	-	II, IV
6,58 %	II, III	-
76,32 %	I, II	-
1,75 %	todas	-

Para avaliarmos melhor as respostas, que os alunos marcam em cada item, vejamos a tabela com as porcentagens de alunos que marcaram cada item:

Tabela 5 - Porcentagem de respostas assinaladas de cada item

	Verdadeiro	Falso
(I) $8^{2/3} = 2^2$	2,63 + 76,32 + 1,75 = 80,7	

(II) $\sqrt{x^2} = x$, para $x \in IR$	76,32 + 1,75 = 78,07	12,72
(III) $sen(3\theta) = 3sen(\theta)$, para $\theta \in IR$	2,63 + 6,58 + 1,75 = 10,96	
(IV) $\ln\left(a^2b^3\right) = \left(\ln a\right)^2 + \left(\ln b\right)^3$, para a > 0 e b > 0	1,75	12,72

Comentário: Um número muito alto de alunos acabou errando esta questão por não levarem em consideração que $\sqrt{x^2} = |\,x\,|$ e não $\sqrt{x^2} = x$.

7) (2005/1) Encontre a soma das raízes da equação $(2^x)^{x+4} = 32$, $x \in IR$.

Solução apresentada:

$$\left(2^x\right)^{x+4} = 32 \Rightarrow 2^{x^2+4} = 2^5 \Rightarrow x^2 + 4 = 5 \Rightarrow x^2 = 1 \Rightarrow x = 1$$

Comentário: Percebe-se que o aluno comete dois erros. Primeiro, ao fazer x·(x+4) ele não respeita a propriedade distributiva, em seguida, ele esquece da raiz negativa ao extrair o quadrado na expressão final.

8) (2005/1) Simplifique a expressão $\dfrac{g(x+h) - g(x)}{h}$, onde $g(x) = \dfrac{1}{x}$.

Soluções apresentadas:

a) $\dfrac{g(x+h) - g(x)}{h} = \dfrac{g(x) + h - g(x)}{h} = \dfrac{h}{h} = 1$

b) $\dfrac{g(x+h) - g(x)}{h} = \dfrac{\frac{1}{x} + h - \frac{1}{x}}{h} = \dfrac{h}{h} = 1$

Comentário: Muitos alunos não souberam encontrar a expressão correta para g(x+h), refletindo o não entendimento do conceito de funções compostas.

9) (2004/2) Simplifique a expressão $\dfrac{\frac{1}{a} + \frac{1}{ab^3}}{b - 1 + \frac{1}{b}}$.

Solução apresentada:

$$\frac{\frac{1}{a} + \frac{1}{ab^3}}{b - 1 + \frac{1}{b}} = \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{ab^3}\right) : \left(b - 1 + \frac{1}{b}\right) = \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{ab^3}\right) . \left(\frac{1}{b} - 1 + b\right)$$

Comentário: Observa-se que a primeira igualdade foi feita corretamente e, na segunda igualdade, foi copiado o primeiro parênteses e multiplicado pelo "inverso do segundo", apesar da inversão do segundo parênteses estar totalmente errada, já que o aluno inverteu termo a termo, não levando em consideração a soma. Infelizmente, não foi percebido que o segundo parênteses não se altera mesmo com o erro cometido pelos alunos, justificando que esta questão tenha tido uma porcentagem alta (40,08%) de acerto.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Sucintamente, foram descritas questões cruciais que são enfrentadas no início dos cursos de engenharia. Vê-se que as disciplinas básicas acarretam grandes dificuldades para a seqüência dos cursos e os alunos não percebem a importância que esses conteúdos básicos terão para a continuidade dos mesmos.

Nas palavras de MARINA (1995 p.22) "um projeto é, antes de mais nada, uma idéia, uma irrealidade" e para BARBIER (1994 apud MACHADO, 2000 p.6) " o projeto não é uma simples representação, do amanhã, do possível, de uma idéia; é o futuro a fazer, um amanhã a concretizar, um possível a transformar em real, uma idéia a transformar em acto".

Assim, colimados nessa idéia, envolvemos-nos no projeto Cálculo Zero. Acreditamos que não podemos mais aguardar, precisamos caminhar para uma conduta de antecipação. Nossa cultura tecnológica propicia cada vez mais a criação de um projeto, que reveja nossas atitudes, modificando algumas ações, com vistas a encontrar novos caminhos para a alteração desse panorama, e assim, apresentar soluções para esse problema.

No ambiente escolar, observa-se que os alunos apresentam dúvidas da passagem aritmética para a algébrica, apesar do trabalho algébrico ter início no ensino fundamental (últimas séries). Esses alunos continuam a apresentar essas dificuldades no ensino superior, mesmo aqueles que têm como escolha um curso de engenharia.

Nós, professores das disciplinas básicas, testemunhas dessa situação e sendo levados em direção a um tempo prospectivo, auxiliados pela Direção e Chefia de Departamento, nos envolvemos neste projeto do Cálculo Zero para recepcionar os calouros, **com consciência de que o projeto sofreria modificações, a cada semestre**.

É certo que uma reforma deveria ser iniciada nos ensinos fundamental e médio, no entanto, esse aluno está chegando ao curso superior, e nós professores universitários, não podemos enviá-los de volta.

Há algumas décadas a escola se organiza em busca do desenvolvimento das diversas disciplinas científicas, os currículos escolares fixam as disciplinas, a carga horária e os alunos devem aprendê-las, todas ao mesmo tempo, para poderem obter avaliações positivas.

As disciplinas como matemática, física, português ou história são bem definidas dentro desses currículos escolares e têm como prioridade tornar os alunos competentes.

Segundo MACHADO (2002 p.138),

> [...] é importante salientar que historicamente as disciplinas nunca tiveram conceitualmente o estatuto de fim em si mesmas, [...] A subversão das funções das disciplinas, com a transformação de meio em fim, é uma corrupção moderna da idéia original.

Essa idéia começa com a criança ao entrar na escola e tem continuidade em toda sua vida escolar.

Para BACHELARD (1968 p. 18), "Acima do sujeito, além do objeto imediato, a ciência moderna se funda sobre o projeto. No pensamento científico, a meditação do objeto pelo sujeito toma sempre a forma de projeto".

Nós professores deveríamos usar os conteúdos das disciplinas para desenvolver as competências dos alunos e não utilizá-las como fim. No nosso projeto temos a preocupação de identificar se um aluno é competente para resolver e aplicar um determinado assunto.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho, discutimos sobre um problema que não deve ser exclusivo dos cursos de Engenharia da Universidade Presbiteriana Mackenzie: os calouros dos cursos de engenharia não apresentam nível satisfatório de conhecimento em matemática, dificultando sua evolução nas disciplinas básicas.

No nosso projeto, a meta à qual pretendemos é contribuir para que este calouro possa desenvolver suas competências, esperando que ele se torne apto para dar continuidade ao curso.

Num primeiro momento, colocamos um material suporte na *Internet*, chamado de Cálculo Zero, seguido de uma avaliação composta de 15 testes de múltipla escolha (aplicado no 2º semestre de 2004).

No 1º semestre de 2005, o material foi reformulado e formatado por assunto, deixando mais prático para que os alunos consultassem, também modificamos o formato da prova, contendo 10 questões, sendo cinco delas dissertativas.

Já estamos planejando para o 2º semestre de 2005, além de todo o procedimento anterior, novas alterações, mas sempre com o objetivo de que esses alunos atinjam suas competências.

Nosso trabalho alerta sobre a formação desses alunos recém chagados à nossa Universidade, mas não podemos esquecer que outros problemas existem e contribuem para o insucesso do aluno ingressante num curso de engenharia.

Em termos epistemológicos, a prática ainda é quase que exclusivamente cartesiana, isto é, as disciplinas desempenham individualmente um papel predominante, sobrepondo seus objetivos aos do curso.

Não podemos simplesmente começar tudo de novo. O que pretendemos é capacitar em curto espaço de tempo esses alunos, motivando-os e evitando o abandono das salas de aula.

Mas tudo isso resultará em sucesso se tivermos um "plano de ação", que para MACHADO (2000, p.20) "a palavra educ**<u>ação</u>** sempre teve seu significado associado à **<u>ação</u>**, o que pressupõe a existência e a partilha de projetos coletivos" (grifo nosso).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACHELARD, G. **O Novo Espírito Científico.** Rio de janeiro: Tempo Brasileiro, 1968.

MACHADO, N. J. **Educação: projetos e valores.** São Paulo: Escrituras Editoras, 2000.

______. **Sobre a idéia de competência.** IN:PERRENOUD, P. et al. **As competências para ensinar no século XXI.** Porto Alegre: Artmed Editora.

MARINA, A. J. **Teoria da Inteligência Criadora.** Lisboa: Caminho da Ciência, 1995.

CÁLCULO ZERO: A PEDAGOGIC EXPERIMENT WITH FRESHMEN STUDENTS FROM ENGINEERING COURSES

Abstract: *This work describes a pedagogical experiment, identified by "Cálculo Zero", to try to minimize the difficulties found by the students in the basic classes of the engineering courses at the Universidade Presbiteriana Mackenzie. Frequently, it is noticed that the performance of the students is weak, reflecting in high levels of flunking, quitting, as well as, changing courses. The first year of the engineering courses suffers by the disinterest of the young students for their profession, which, we believe, might be caused by the job privation in their formation area. Aiming an improvement in the first year of these courses, and to enrich the quality of the education of these students, a group of professors of the basics classes of the Engineering School prepared a text based on the mathematics concepts regarded to Junior and High School, available in the web.*

Key-words: *Teaching quality, Basic classes, Project, Cálculo Zero.*