

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE CÁLCULO

Maria Helena Campos Soares de Mello – gmamhel@vm.uff.br

João Carlos Correia Baptista Soares de Mello – jcsmello@producao.uff.br

Universidade Federal Fluminense, Departamento de Engenharia de Produção

Rua Passo da Pátria, 156, São Domingos.

22210-240 – Niterói - RJ

***Resumo:** Este artigo apresenta algumas reflexões sobre a necessidade do Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de Engenharia. Apresenta-se um breve histórico do ensino desta matéria e apontam-se certos problemas nele existentes.*

***Palavras-chave:** Cálculo, Evolução histórica*

1 INTRODUÇÃO

Faz parte do senso comum que o Cálculo Diferencial e Integral é conteúdo obrigatório dos cursos de Engenharia. No entanto, que tipo de Cálculo, o porquê dele ser obrigatório e forma de o ensinar são questões raramente levantadas. Quanto à questão do que é Engenharia, há vários estudos. Ela pode ser descrita como a aplicação dos conhecimentos científicos ao dia-a-dia. Ou como um ramo diferente do conhecimento, com sua epistemologia própria (MELLO & ANDRADE, 1996).

Seja qual for a conceituação de Engenharia, certos conteúdos são considerados inerentes a este conhecimento. No entanto, deve-se observar que a lista de tais conteúdos varia ao longo do tempo. Topografia já foi uma disciplina fundamental para qualquer Engenharia. Hoje sobrevive na Civil.

Sobre a Geometria Descritiva, até pouco tempo uma “intocável” da Engenharia, tem havido acalorada discussão sobre a sua permanência, ou não, nos cursos de Engenharia. Sobre o ensino de Geometria Descritiva, ver Kopke (2001) e Oliveira & Borges (2001).

No entanto, o Cálculo e a Física continuam intocáveis. Quando muito admite-se discutir se os conteúdos mais avançados são necessários para uma ou outra Engenharia.

Não é intenção deste artigo defender que haja um curso de Engenharia sem Cálculo. Mas algo no ensino de Cálculo deve ser questionado. É voz corrente que o engenheiro só precisa ter conhecimento operacional do Cálculo. Quer dizer, deve ser capaz de calcular limites, derivadas e integrais de qualquer complexidade de forma quase automática. É este paradigma que se pretende discutir neste artigo e lançar a discussão sobre se é inevitável a dicotomia entre o ensino operacional e o ensino de demonstrações, de forma semelhante à feita nos cursos de Análise Matemática (SOARES DE MELLO et al, 2001).

O artigo fará uma previsão histórica do ensino de Cálculo na instituição dos autores. Será centrado no Cálculo I, por ser o que mais impacto provoca nos estudantes. Em seguida serão apresentadas as reflexões sobre o tipo de ensino.

2 EVOLUÇÃO DO ENSINO DE CÁLCULO

O ensino de Cálculo I tem passado por várias modificações mas, geralmente, sem perder a característica de ter a principal ênfase em exercícios repetitivos. As mudanças introduzidas, sempre com boas intenções, são decididas com base mais em idéias preconcebidas que em avaliações objetivas. Muitas vezes os resultados são o oposto do pretendido. Para o caso particular da Universidade Federal Fluminense, o histórico destas mudanças, suas motivações e conseqüências, pode ser encontrado em Soares de Mello et al. (2001). Apesar dos dados referirem-se a um caso particular, a semelhança é muito grande com o que ocorreu em outras instituições.

A primeira grande mudança no ensino de Cálculo I ocorre no início da década de 1980, como resposta à constatação de que os alunos ingressavam no curso de engenharia com menor nível cognitivo. É uma reação extremamente simplista e imediatista: "se o aluno chega com menos conhecimento, e deve ao final do curso possuir todo o conhecimento necessário, é preciso tempo para ensinar o conhecimento que falta". Partindo de uma análise parcialmente correta, a solução incorreu em um grave erro. Foi proposto, e aceito, um aumento da carga horária de Cálculo I, de 60 horas para 90 horas semestrais. Ou seja, de 4 para 6 horas semanais. Com esse aumento de carga horária foi possível introduzir na programação vários conceitos elementares, tais como funções, polinômios, trigonometria, etc. Ressalte-se que esses assuntos eram, na maioria das vezes, abordados de forma operacional, sem preocupação com a fundamentação nem com o entendimento do conceito.

Contrariamente às expectativas, os índices de reprovação subiram bastante, tornando-se alarmantes. Pior, vinham acompanhados de um novo fenômeno: o alto índice de evasão.

O diagnóstico, provavelmente errado, é que o nível dos alunos que ingressavam continuava caindo. A situação de que o aluno, num só semestre, passava de conceitos simples de equação de retas e funções aos complexos domínios do "infinitamente pequeno", à derivação e suas aplicações, acabando em trabalhosos processos de integração de funções racionais, não levantava maiores reflexões. A reprovação era sempre atribuída à falta de estudo e foi a época em que proliferaram as listas de exercícios. Estas promoviam não o aprendizado, mas o adestramento em resolver problemas repetitivos.

Com os atuais recursos tecnológicos não parece ter validade fazer com que os alunos repitam exercícios iguais com os chamados "malabarismos algébricos". As provas já não deveriam avaliar apenas as habilidades conquistadas pela repetição, o que tornaria desnecessárias as listas de exercícios.

O tipo de ensino descrito acima tem por conseqüência a não retenção de conhecimentos. Tal fato começou a ser notado quando se verificou que no Cálculo II a reprovação também era grande. Aparentemente isto era uma contradição já que, segundo se acreditava, o Cálculo I só aprovava quem sabia muito. Acresce que é notória a existência de várias gerações de alunos que, mesmo tendo sido aprovados, ganharam aversão tão grande à matemática de um modo geral que há, em muitos casos, quase um bloqueio psicológico quando se tenta, em disciplinas do Ciclo Profissional, utilizar-se dos conteúdos que os alunos deveriam dominar. Chegam a ser ridículos os malabarismos que alguns docentes acabam por fazer para evitar o uso de conceitos de Cálculo. Muitas vezes até pedem desculpas por ter que colocar um símbolo de integral no quadro. Isto sem falar em álgebra de matrizes, operadores lineares, modelos matemáticos, etc.

Assim, ficou patente a necessidade de mudanças radicais em sentido oposto. Na UFF esta mudança ocorreu em 1994, com a redução da carga horária e a mudança de enfoque da

matéria, que passou a ser mais conceitual. A experiência, embora de resultados animadores, foi parcialmente interrompida com a ênfase no uso de recurso computacionais no lugar do trabalho no entendimento conceitual.

Há que se ter cuidado com a utilização indiscriminada dos recursos tecnológicos. Em alguns casos, uma experiência malsucedida pode comprometer vários anos de avanços (SOARES DE MELLO et al., 2002). Na UFF, a utilização do programa Maple para o ensino de Cálculo, de forma malfeita, além de ter sido ineficiente, reduziu as possibilidades de se experimentar outras novas tecnologias. É possível que seja muito mais útil só utilizar softwares para o ensino do Cálculo após os alunos dominarem os conceitos, isto é, cerca de dois períodos mais tarde, em outras matérias de matemática, como Equações Diferenciais.

A aridez do Cálculo é um dos obstáculos ao seu aprendizado. Além de introduzir notas históricas, o uso de linguagem e exemplos que virão a fazer parte do conteúdo do ciclo profissional pode contribuir para aumentar a motivação dos alunos e, portanto, melhorar o aprendizado. A introdução precoce das linguagens verdadeiramente utilizadas, com os termos que são aplicados na vida profissional, economiza muito tempo no futuro, e ajuda a fazer a ligação entre as disciplinas. No entanto, a departamentalização pode ser um obstáculo relevante a este desejo. Com efeito, os departamentos de matemática passaram a ser constituídos quase exclusivamente por doutores em matemática. Comprovadamente competentes na sua área, muitas vezes ignoram qual a linguagem que os seus alunos usarão no futuro e de que forma a disciplina que lecionam se insere no plano pedagógico dos vários cursos de Engenharia.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela análise histórica fica inevitável a questão de saber até que ponto deve-se continuar “massacrando” os estudantes de Engenharia com conteúdos clássicos sem questionar o seu papel na formação do engenheiro.

Existe uma grande dificuldade no aprendizado do Cálculo. Para Rezende (2003) uma das grandes causas dessa dificuldade está no descompasso entre a maneira com a qual o professor raciocina e a que o aluno raciocina. O aluno, ao transpor a barreira do vestibular, começa a lidar com conceitos de finito/infinito, local/global, sistematização/construção, variável/constante, discreto/contínuo. O aluno transpõe, praticamente sozinho, uma barreira que o leva de um mundo finito para um mundo em que o infinito é uma idéia, mas é tratado como se fosse um número. Um exemplo desta dificuldade de lidar com o infinito vem na questão do valor de $0,9999\dots$. Quando se afirma que esse valor é a unidade, as discussões surgem, não raro de forma acalorada e até com desprezo do aluno pela “ignorância do professor”. Este, não se deu conta que o conceito, evidente para ele, de soma infinita, não é compreendido pelo aluno.

A dificuldade é agravada pelo rigor matemático. Um professor de matemática receia ser pouco rigoroso. Assim, via de regra, parte do geral e abstrato para depois exemplificar. Já o aluno ainda raciocina do particular para o geral. Essa é uma barreira de atitude que deve ser vencida aos poucos.

Deve-se questionar se esse esforço tem utilidade para simplesmente adestrar o aluno em operações mecânicas. Um aluno que pergunta, “qual é a fórmula?”, provavelmente aprendeu muito pouco. A questão é que é mais fácil aplicar fórmulas do que raciocinar. O mesmo aluno que exige aplicações nas matérias básicas, entra em desespero quando elas são cobradas numa prova. O que é compreensível, já que ainda não tem o conhecimento necessário.

Assim, sem querer eliminar todo o aprendizado operacional, deve-se levantar a questão da introdução do ensino conceitual no Cálculo. O correto entendimento do que é feito e

porque é feito, o que não deve ser confundido com o ensino igualmente mecanicista de demonstrações, tão comum nos cursos de matemática.

Por último, cabe ressaltar o ensino mecanicista não é “privilégio” do Cálculo. Várias matérias do ciclo profissional padecem do mesmo mal (SOARES DE MELLO & SOARES DE MELLO, 2003).

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KOPKE, R.C.N. Ensino de geometria descritiva: inovando na metodologia. **Rem: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 1, p. 47-50, 2001

MELLO, J. M. C. ; ANDRADE, E. P. A Dimensão Cognitiva da Engenharia. **Ensaio - Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 10, p. 17-26, 1996.

OLIVEIRA, V.F. ; BORGES, M.M. A geometria descritiva nas disciplinas do curso de engenharia: um contexto para aprendizagem. **Rem: Revista Escola de Minas**, Ouro Preto, v. 54, n. 1, p. 69-73, 2001

REZENDE, W.M. O ensino de Cálculo: dificuldades de natureza epistemológica. In: MACHADO, N.J.; CUNHA, M.O. (org.). **Linguagem, Conhecimento Ação ensaios de epistemologia e didática**. São Paulo: Escrituras Editora, 2003. p. 313-336.

SOARES DE MELLO, J.C.C. B. ; LINS, M.P.E. ; SOARES DE MELLO, M.H.C. ; GOMES, E.G. Evaluating the performance of calculus classes using operational research tools. **European Journal of Engineering Education**, Londres, v. 27, n. 2, p. 209-218, 2002.

SOARES DE MELLO, J.C.C. B. ; SOARES DE MELLO, M.H.C. Integração entre o ensino de Cálculo e o de Pesquisa Operacional. **Rev. Produção**, São Paulo, v. 13, n. 2, p. 123-129, 2003.

SOARES DE MELLO, J.C.C. B. ; SOARES DE MELLO, M.H.C. ; FERNANDES, A.J.S. . **Mudanças no ensino de Cálculo I: histórico e perspectivas.** In: XXIX COBENGE - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, **Anais...** Porto Alegre, 2001.

SOME THOUGHTS ABOUT CALCULUS TEACHING

***Abstract:** This paper presents some reflections on the presence of the Differential and Integral Calculus in engineering courses. A historical briefing of Calculus teaching is presented. Certain problems existing in it are pointed out.*

***Key words:** Calculus, Historical evolution*