

FERRAMENTAS DE APOIO AO ENSINO DE CÁLCULO: MOTIVANDO O ALUNO EM SEU ENTENDIMENTO

Graciele Pereira da Cruz

Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Estruturas e Fundações

Av. Prof. Luciano Gualberto – travessa 2 – 83

CEP 05508-900, São Paulo, SP

graci_ju@yahoo.com.br

Resumo: Neste trabalho fazemos uma apresentação sucinta de uma proposta de ensino de Cálculo Diferencial e Integral para alunos de engenharia civil. A Teoria da Atividade de Vygotsky é apresentada como uma ferramenta metodológica útil aos professores. Exibimos uma metodologia baseada na teoria citada, para possíveis aplicações em conceitos matemáticos, presentes em assuntos abordados em Cálculo I e II dos cursos de engenharia como funções contínuas e suas derivadas em um ponto, sólidos de revolução e limites de seqüências de funções.

Palavras-chaves: Ensino de cálculo, Teoria da Atividade.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento do Cálculo Integral e Diferencial está ligado à própria existência do Homem e sua necessidade de compreender a Natureza que o cerca. Mais do que compreender até de representá-la.

As idéias de quadrar curvas e de como determinar tangentes desencadearam o desenvolvimento do Cálculo. Com os paradoxos de Zenão que mostraram que existiam comprimentos de retas que não podiam ser medidos nasceram os conceitos de limite e de incomensurável.

Arquimedes foi um dos primeiros estudiosos a contribuir para o desenvolvimento do Cálculo ao apresentar o seu método de equilíbrio, mais conhecido como método da exaustão.

Cavalieri definiu que indivisível de uma porção plana dada é uma corda dessa porção e que indivisível de um sólido dado é uma secção desse sólido.

Wallis fez grandes avanços na teoria da integração (quadratura de figuras) criando o símbolo de infinito e Barrow auxiliou no desenvolvimento da teoria de diferenciação (tangentes e curvas). Na época desses estudos, as idéias de integração e de diferenciação, a relação inversa entre as duas e o conceito de limite já estavam constituídos.

Enquanto Wallis e Barrow utilizavam a geometria Euclidiana para sistematizar essas idéias, Newton e Leibniz utilizaram uma linguagem própria, sistematizando e generalizando todos os conceitos que seus antecessores haviam elaborado com vantagem. Surge assim o Cálculo próximo da forma como a conhecemos.

Relatos históricos mostram que o primeiro a aplicar o Cálculo à Física foi Newton ao passo que Leibniz desenvolveu a notação utilizada até hoje e ambos, de maneiras distintas, chegaram ao Teorema Fundamental do Cálculo.

Desde os tempos de Newton e Leibniz muitos estudiosos auxiliaram na difusão desse estudo, mas foi no século XIX que o abordaram de forma mais rigorosa. Essa precisão deve-se a matemáticos como Cauchy, Riemann e Weierstrass. Nesta época generalizaram as idéias do Cálculo para o espaço euclidiano e ao plano complexo.

2. CÁLCULO NA ENGENHARIA CIVIL

Nos cursos superiores, algumas disciplinas ficam na lembrança dos alunos destacando-se do conjunto, em parte devido à sua dificuldade, em parte devido a sua forma diferente em que elas são apresentadas, ao exigir um tipo de raciocínio distinto daquele que os alunos estão acostumados.

No curso de Engenharia a disciplina que tem o estigma de ser difícil, embora nem sempre seja a que mais reprova, é a disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. A maioria dos alunos só tem contato com esses conceitos no ensino superior deparando-se com algo completamente novo. Surgem os questionamentos quanto à utilidade das abstrações que o Cálculo impõe em seu estudo.

Na maioria das vezes as aulas apresentam muitos conceitos teóricos e aparentemente pouco relacionados com a engenharia. Por ser uma disciplina dos primeiros períodos letivos há certa frustração, pois os ingressantes dos cursos de engenharia gostariam de ver mais aplicações práticas. Além disso, nas universidades públicas, os professores são os dos Institutos de Matemática e, portanto têm dificuldade em contextualizar em problemas de engenharia. Além disso, alguns dos professores, os menos experientes e, portanto mais inseguros basicamente repetem o que está no livro-texto por causa do rigor e precisão da linguagem.

Esses fatores desmotivam o aluno no estudo do Cálculo. A ausência de resultados e o distanciamento do professor fazem com que o aluno não esteja presente às aulas.

Outro fator que talvez tenha influência é a mudança nos processos seletivos para os cursos superiores, como menciona CRUZ (2002).

No início dos anos 70 ocorreu uma grande mudança no processo de acesso ao ensino superior. Surgiu o vestibular unificado decorrente do novo conceito de ensino médio sem divisão por áreas e substituindo-se a seleção por área de conhecimento como era feita até aquele momento por uma seleção ainda específica, mas privilegiando-se principalmente o conhecimento geral. As provas passaram a ter principalmente questões de múltipla escolha.

Nesse momento o conteúdo programático dos exames vestibulares também foi alterado e as noções intuitivas de limites e derivadas que constavam da programação foram retiradas. Se anteriormente os alunos ingressantes dos cursos de Engenharia assistiam em média de 8 a 10 aulas semanais de Matemática no Ensino Médio, então passaram a assistir a 5 a 6 aulas semanais.

Os candidatos selecionados chegavam ao curso de Engenharia sem os conhecimentos matemáticos de que dispunham anteriormente. Assim os professores viram a necessidade de iniciar o curso de Cálculo fazendo uma apresentação sobre até conceitos de funções reais que deveria ser do domínio de todos os ingressantes. Por exemplo, na Universidade Federal Fluminense – UFF a carga didática de Cálculo I aumentou de 60 para 90 horas semestrais e foram introduzidos vários conceitos elementares no programa da disciplina tais como funções, polinômios e trigonometria. Contudo essas mudanças não produziram efeitos sobre a motivação, pois os conteúdos continuaram sendo abordados de forma operacional não havendo preocupação com a

fundamentação e nem com o entendimento conceitual. Com isso aumentaram o índice de reprovação e o porcentual da evasão.

Percebe-se que se basta aumentar a carga horária e os conteúdos de Cálculo se não há integração entre esses conteúdos e as aplicações em Engenharia. É por essa razão que se defende aqui a necessidade de que uma metodologia pedagógica compatível ao aprendizado e ao entendimento do aluno. Um exemplo é a Teoria da Atividade de Vygotsky.

Pode-se tomar essa teoria como base para o professor ministrar suas aulas e quebrar a rotina das aulas com técnicas diferenciadas e variadas para transmitir os conteúdos aos alunos. Com esta variedade, os alunos se sentirão motivados em freqüentar as aulas.

Além disso, como diz MASSETO (2007), essas técnicas “facilitam a participação e incentivam as atividades dinâmicas durante o período das aulas, levando os aprendizes a saírem da situação passiva de espectadores da ação individual do professor”.

2.1 Teoria da Atividade

A teoria da Atividade é uma corrente psicológica que se inspira nos trabalhos do psicólogo russo Lev Semyonovich Vygotsky (1896-1934). Sua teoria sócio-histórica ou sócio-cultural – tem origem na antiga União Soviética iniciando-se no ano de 1920, sendo constituída dentro da filosofia marxista. Contou com a colaboração de psicólogos e pedagogos dentre os quais estavam A. R. Luria e A. N. Leontiev. Este contribuiu muito para a Teoria da Atividade que se tem conhecimento hoje.

Segundo ROLINDO (2007), Vygotsky e seus colaboradores desenvolveram a idéia de que o homem não reage diretamente ao meio, mas sim por meio de signos, significados e ferramentas culturais, isto é, por mediação.

Para Vygotsky a linguagem é o principal meio de mediação, pois ela relaciona o concreto com o abstrato, o real com o simbólico.

Nessa teoria o psicólogo russo diz que a atividade é uma forma do sujeito agir com direcionamento a um objeto, havendo três elementos que constituem a atividade em um nível individual: o sujeito, a ação e a ferramenta.

*“O **sujeito** é o agente cujo comportamento se pretende analisar; os **artefatos mediadores** são objetos (materiais ou ideais) utilizados pelo sujeito para atingir seu resultado; e o **objeto** refere-se ao material bruto sobre o qual o sujeito vai agir, mediado pelas ferramentas, em interações contínuas com outras pessoas”.* (DAMIANI, 2007)

ARTEFATOS MEDIADORES (FERRAMENTAS)
(máquinas, fala, gestos, música, etc.)

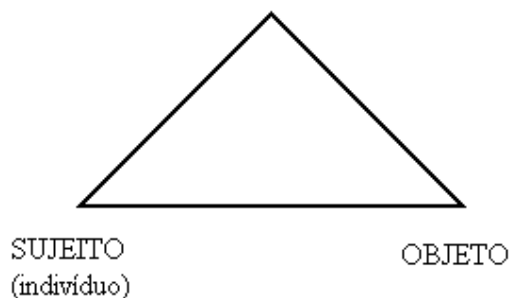


Figura 1: Relação mediada do sujeito humano com o meio

Fonte: adaptada de DANIELS (2003).

Um exemplo de mediação pode ser verificado em CRUZ (2002):

“Na relação entre sujeito e a comunidade a que pertence, há a mediação das regras sociais, que seriam as normas explícitas e implícitas, as convenções, os hábitos e as relações sociais dentro da comunidade. Assim, na maioria das sociedades humanas, as pessoas seguem um conjunto de leis (explícitas) e normas implícitas, p. e. usar roupas), pautando a sua interação com os demais a partir deste conjunto de regras.”

Para verificar a ação do homem no mundo e seu desenvolvimento é preciso analisar a atividade humana como um todo. Proposto por Leontiev, na atividade humana há três níveis de análise: atividade, ação e operação.

A atividade, que está relacionada com a motivação, está orientada para um objeto no mundo objetivo. Este objeto, sendo conhecido ou não, com o desenvolvimento da atividade irá cedo ou tarde se revelar. Com isso, surgirá a motivação que é decorrente do “encontro do desejo com o objeto”, citação de CRUZ (2002), que pode ser verificado na sociedade humana, onde os objetos de desejos são criados, isto é, a atividade humana age no mundo objetivo para satisfazer seus desejos, levando o sujeito a agir no mundo, fazendo com que haja uma motivação para realizar essas atividades.

Surgida essa motivação é preciso planejar como o desejo será satisfeito. Para isso é necessário estabelecer passos que não exijam raciocínio e que dependam das condições externas de onde as ações estão sendo realizadas. São as operações.

Outra contribuição de Vygotsky foi o que ele denomina de Zona de Desenvolvimento Proximal ou ZDP, que está relacionada com a internalização.

A internalização é a reconstrução interna de uma operação externa, ou seja, ela é o termo aplicado à transição que resulta na conversão de processos externos, com objetos materiais externos, em processos realizados no plano mental, no plano da consciência, segundo LEONTIEV (1981).

A ZDP mostra o potencial de aprendizagem do sujeito, e é nela que ocorre o desenvolvimento cognitivo. Um indivíduo possui dois planos paralelos de desenvolvimento: o plano de desenvolvimento real (limite inferior) e o plano de desenvolvimento potencial (limite superior dentro do qual estão os métodos de ensino que devem ser pensados e desenvolvidos).

No plano de desenvolvimento real o sujeito consegue realizar uma tarefa sozinho sem a ajuda de ninguém, pois essa tarefa é algo que ele já conhece. No plano de desenvolvimento potencial o sujeito precisa ser auxiliado por outra pessoa para resolver a tarefa.

Conforme a internalização vai ocorrendo a ZDP torna-se mais rápida, com isso ela faz com que haja o entendimento do indivíduo em algo que ele não compreendia anteriormente.

Em decorrência desse estado dinâmico da ZDP a internalização entre pessoas diferentes pode ser visto como um papel essencial para que estes indivíduos possam se desenvolver.

LIMA (2000) menciona:

“Tal análise implica questões atuais: a primeira é a idéia de que a escola deve valorizar, sobretudo, as interações entre os diferentes. Sendo assim, a concepção de que salas de aula heterogêneas são preocupantes também se desfaz, pois interações heterogêneas implicam indivíduos com

diferentes zonas de desenvolvimento proximal, interagindo uns na ZDP dos outros. O aluno menos experiente beneficia-se dessa interação, pois o outro pode ajudá-lo em elaborações que ele não consegue realizar individualmente; como também o mais experiente beneficia-se, pois, no momento em que ele procura ajudar o outro a desenvolver novos conceitos, isso implica uma organização e estruturação de suas próprias idéias, a fim de sistematizá-las e compartilhá-las com o outro, reestruturando e consolidando, assim, suas antigas concepções.”

A ZDP assim como a motivação e a internalização podem ser utilizadas como formas de metodologias para o ensino de cálculo. O professor pode trabalhar o plano de desenvolvimento potencial do aluno, tornando o aprendizado mais consistente e efetivo, desenvolvendo as ferramentas intelectuais básicas para que este futuramente tenha um entendimento dos conteúdos seguintes, porém respeitando as capacidades e especificidades do grupo ou de cada indivíduo. Pode trabalhar a motivação do aluno em presenciar as aulas de Cálculo, fazendo uso da Teoria da Atividade onde ela diz que as atividades são sempre estimuladas por um motivo, o qual coincide com o objetivo do sujeito para realizar determinada atividade, isto é, o “encontro do desejo com o objeto”. E desenvolver o processo de internalização dos alunos fazendo com que os mais experientes se relacionem com os menos experientes; com isso o aluno que sabe muito irá reforçar seus conhecimentos e o que não sabe muito terá a oportunidade de fixá-los e testá-los, pois explicando a matéria a outra pessoa ele irá verificar se entendeu ou não o conteúdo que lhe foi apresentado.

2.2 Exemplos para trabalhar a motivação do aluno com respeito ao Cálculo.

Apresentam-se algumas estruturas apenas como cenários, para motivar o estudo de Cálculo para os alunos de Engenharia Civil. Como um dos objetivos do Cálculo é o domínio do vocabulário, as estruturas tem apenas a função da motivação.

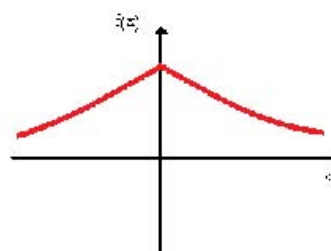


Figura 2 - Ponte da Liberdade em Budapeste

Na “Figura 2” da Ponte da Liberdade em Budapeste, retira-se um elemento para auxiliar o professor. O gráfico associado representa uma função que não possui derivada no ponto zero, isto é, é possível definir uma melhor aproximação linear para os pontos que não estão na origem, porém na origem não temos como definir uma reta que melhor aproxima o gráfico de maneira única.

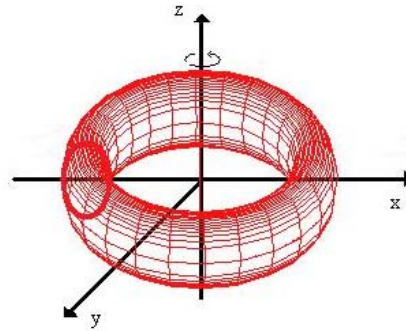


Figura 3 – Estádio Olímpico de Roma

Para apresentar os sólidos de revolução pode-se construir com as rotações de figuras geométricas em torno dos eixos. Na “Figura 3” o exemplo de sólido de revolução obtido é um *toro* que é um sólido gerado pela rotação de um círculo em torno de um eixo situado num mesmo plano.

Outro exemplo de sólido de revolução é exibido na “Figura 4”.

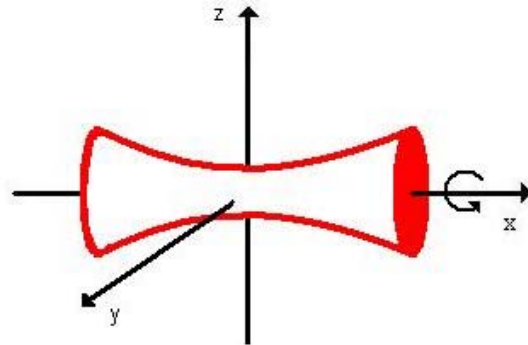
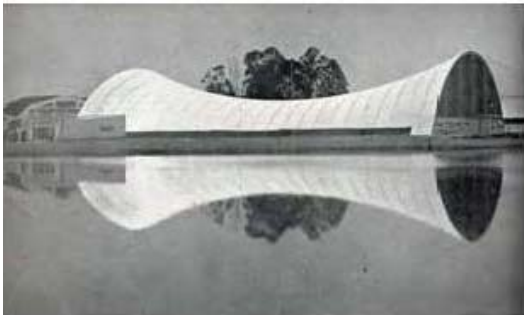


Figura 4 – Pavilhão do Rio Grande do Sul

A “Figura 5” é um exemplo onde se podem trabalhar os conceitos de limites e seqüências de funções. Nesta figura o que se verifica é que as funções f_n 's são contínuas e convergem para uma função descontínua na origem.

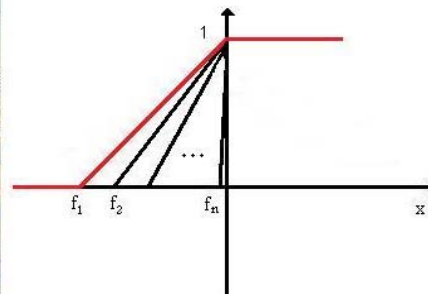


Figura 5 – Ponte Harilaos na Grécia

Além disso, nessas figuras pode-se também trabalhar com problemas de otimização, máximos e mínimos, de áreas e volumes.

A integração da disciplina de Cálculo com as demais disciplinas é desejável procurando-se até um tema que possa ser trabalhado pelos diversos professores.

MASSETO (2003) diz:

“Seria igualmente importante que os professores das diversas disciplinas lecionadas no mesmo semestre, ou em semestres anteriores ou posteriores, pudessem se encontrar para analisar possibilidades de integração entre elas, uma vez que todos cooperam para a formação do profissional. Por vezes, assuntos podem se complementar, temas poderiam não se repetir, situações e experiências profissionais poderiam ser exploradas conjuntamente.”

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Teoria da Atividade de Vygotsky é uma opção de metodologia para o ensino de Cálculo, pois tanto a atividade humana como os artefatos que servem para mediá-la com o mundo objetivo surgem através da interação social. Assim sendo, o que um indivíduo é, e a forma como ele vê e atua no mundo têm forte influência do contexto social em que ele vive. Se o conceito dado ao Cálculo não é justo, então deve-se dar ao seu estudo mais ênfase.

Os professores devem dirigir e guiar a atividade individual do aluno, mas não devem forçá-las ou ditar sua própria vontade para eles, os métodos de ensino e aprendizagem devem atender à diversidade e particularidades dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C. C. **Uma proposta de formação técnico-humanista aplicada ao ensino de engenharia elétrica**. 2002. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas.

DAMIANI, M. F. **A teoria da atividade como ferramenta para entender o desempenho de duas escolas de ensino fundamental**
<http://www.anped.org.br/reunioes/29ra/trabalhos/trabalho/GT13-2139--Int.pdf> data de acesso 20/06/1008.

DANIELS, H. **Vygotsky e a Pedagogia**. São Paulo: Loyola, 2003. 246p.

LEONTIEV, A. N. **The Problem of Activity in Psychology**. Wertsch, V. (Ed.), The Concept of Activity in Soviet Psychology, M.e. Sharpe, Inc., Armonk, New York, 1981.

LIMA, A. P. B. **A teoria sócio-histórica de Vygotsky e a educação: reflexões psicológicas**. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*. Brasília, v.81, n. 198, p. 219-228, maio/ago. 2000.

MASSETO, M. T. **Técnicas diferenciadas colaboram para a aprendizagem na engenharia?** São Paulo: Avercamp, 2007.

MASSETO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

ROLINDO, J. M. R. **Contribuições da teoria histórico-cultural e da teoria da atividade na educação atual.**

http://www.unianhanguera.edu.br/programasinst/Revistas/revistas2007/educacao/Contribuicoes_da_teorias.pdf, data de acesso 20/06/2008.

TOOLS OF SUPPORT TO CALCULUS EDUCATION: MOTIVATING THE STUDENTS IN ITS COMPREHENSION

***Abstract:** In this work we present a simple proposal of differential and integral calculus teaching, to civil engineering. The Vygotsky' activity theory is present as a methodology tool for the teachers. We have shown a methodology based on it, with possible applications for teaching mathematical concepts of calculus I and II subjects as continuous functions, solids of revolution and limits of sequences and functions.*

***Key-word:** Teaching of Calculus, Activity Theory*