

ALGUNS EQUÍVOCOS DOCENTES NO USO DA MATEMÁTICA EM CURSOS DE ENGENHARIA

Grupo 19 – Educação Matemática

João Bosco Laudares (PUC-MG)

Introdução

É finalidade da graduação formar profissionais que saibam pensar e que sejam capazes de tomar decisões. Quando se trata do profissional de engenharia, o saber pensar se efetiva no saber modelar e no saber ler resultados; são estes dois saberes que sustentam a tomada de decisões. Admitida essa finalidade, os autores deste artigo e também pesquisadores se puseram a pergunta: Como a Matemática pode ser usada para formar o profissional da engenharia?

A abordagem da questão foi feita por meio da análise do uso da Matemática por professores no trabalho com disciplinas técnicas em um instituto de engenharia. Servem de subsídio para este estudo as considerações de dez professores que têm sob sua responsabilidade didática diferentes disciplinas técnicas em cursos de engenharia de uma universidade particular. As considerações foram colhidas por meio de entrevistas semi-estruturadas, gravadas em fita cassete.¹

A descrição de como se movimentam os agentes – professores e alunos – quando usam a Matemática foi elaborada tendo por matriz um modelo idealizado pelos autores; a análise foi desenvolvida à luz do movimento dialético estabelecido entre o método da exposição e o método da pesquisa.

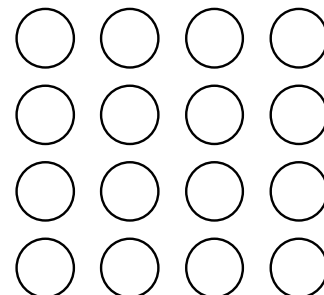
Os autores pretendem apontar alguns equívocos em que incorrem os docentes ao utilizarem a Matemática em cursos de engenharia e aceitam como pressuposto que o fato de descrever um problema é um dos passos decisivos na busca de soluções ou de novas propostas para se lidar com a situação. O recorte feito delimita a abrangência do tema investigado e o artigo pode ser visto como um estudo de caso.

Um modelo descritivo

¹ Essas entrevistas fazem parte do Projeto de Inserção da Matemática nos Cursos de Graduação da Universidade, desenvolvido pelo mesmo Departamento de Matemática e Estatística PUC Minas. Nesse departamento encontram-se as fitas gravadas, abertas à consulta de possíveis interessados e também os formulários preenchidos por 20 (vinte) professores quanto à relevância dos conteúdos de Matemática para os Cursos de Engenharia.

Dois significados da palavra processo se prestam a explicar os movimentos dos sujeitos em alguns aspectos da prática pedagógica desenvolvida em sala de aula. Eles podem ser considerados como pólos de um mesmo eixo; em uma das extremidades está o processo como movimento em forma de círculos separados e, na outra, o processo como movimento de círculos em rede, construindo uma espiral.

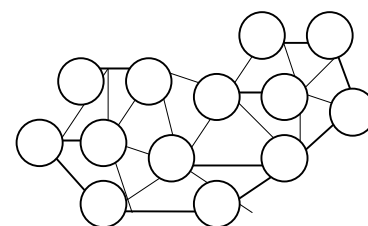
Sob a forma de círculos disjuntos, processo tem a acepção de rotina, de modo de fazer, de método ou de técnica; sua tendência é ser fechado e repetitivo. Esta forma se presta como modelo do trabalho de base instrucionista, próprio para o aprendizado do como fazer. À custa de repetir os mesmos movimentos, consegue-se boa performance no executar determinadas tarefas ou no manuseio de alguns instrumentos.



Nesse pólo, o ideal é tornar cada vez mais mecânicos os procedimentos. É o pólo para onde tendem as receitas, o conhecimento pronto e engessado, a linha de produção em série. Sistema de trabalho utilizado na era industrial, ainda serve de modelo em muitas instituições da sociedade do conhecimento.

Para a análise dos movimentos dos sujeitos na sala de aula, este pólo ilustra “o método da exposição”, entendido como a reconstituição ou a síntese do objeto estudado; é processo no qual o aluno imagina que o professor construiu ou copiou a priori o objeto em volta do qual docentes e discentes circulam. Na exposição, o objeto é revelado gradativamente, segundo suas peculiaridades. Além de representar o método de exposição, o círculo é descritivo do objeto de estudo das disciplinas: cada uma delas é organizada de maneira didática, ou seja, de modo a poder ser ensinada; cada uma delas tem sua própria estrutura e capacidade de se auto-organizar; tais características ajudam a trazer para a sala de aula a tendência da fragmentação de conteúdos, a divisão dos currículos em matérias e destas em pequenas unidades. A passagem de um círculo para outro – de um conteúdo para outro - se dá de modo que os sujeitos, tanto o aluno quanto o professor, não percebem ou insistam em ignorar a ligação entre eles; esta característica sugere a ausência, às vezes desejada, da interdisciplinaridade.

No outro pólo, os círculos estão em rede e dispostos de tal maneira que se tenha a configuração de uma espiral, uma curva de múltiplos centros e que vai se estendendo sempre mais. A construção de sucessivas espiras é feita alternando-se



os centros; a cada nova espira construída, o desenho vai se alterando; embora conserve certa circularidade, o modelo sugere ampliação e nova formação, feita a partir do já construído. Neste pólo, processo significa ir para frente, de acordo com a etimologia da palavra: *pro* quer dizer para frente e *cedo, cessi, cessum* significa avançar, caminhar². A tendência à ampliação é característica intrínseca a esse movimento.

Para a análise dos movimentos dos sujeitos na sala de aula, pode-se colocar neste pólo “o método da pesquisa” entendido como processo de análise, de apropriação em pormenor da realidade estudada; é a análise que coloca em evidência cada elemento, bem como as relações internas entre esses elementos. Tal método sugere que o sujeito busque estabelecer as relações entre os fatos estudados, bem como destes com o contexto em que ocorrem; é, pois, um método que tende para a interdisciplinaridade. Esta pressupõe o disciplinar, ou seja, o método da pesquisa não exclui a necessidade do estudo de conteúdos sistematizados nas diferentes disciplinas como objetos auto-organizados; por meio dele, pretende-se ir além e buscar as redes de relações e de interações existentes entre as disciplinas. Também é um método que se contrapõe ao primeiro; com seu uso, o sujeito pode se perceber como autor na reconstrução do conhecimento e sair da situação de mero espectador.³

Os autores admitem que cada ação desenvolvida pelos agentes, na sala de aula, tem um centro de interesse; sendo que o agente pode ou não estar consciente dessa centralidade. Nada impede a multiplicidade de centros, podendo cada indivíduo ou cada grupo de indivíduos se mover de acordo com o próprio interesse. Nesta geometria, todo movimento dos agentes nas ações centradas pode ser decomposto em três tipos de movimento: evoluções – movimentos de expansão, que afastam do centro; involuções – movimentos de contração, que aproximam do centro; circunvoluções – movimentos circulares, que tendem a preservar distâncias.

² De acordo com o Dicionário Latino-Português de Francisco Torrinha. Porto: Gráficas Reunidas, 1967. Verbetes *processus*.

³ “É mister distinguir, formalmente o método de exposição do método de pesquisa. A investigação tem de apoderar-se da matéria, em seus pormenores, de analisar suas diferentes formas de desenvolvimento, e de perquirir a conexão íntima que há entre elas. Só depois de concluído esse trabalho, é que se pode descrever, adequadamente, o movimento real. Se isto se consegue, ficará espelhada, no plano ideal, a vida da realidade pesquisada, o que pode dar a impressão de uma construção a priori.” (Marx, Karl. O capital. Rio de Janeiro, Civilização Brasileira. 1979.)

Na seqüência, destacam-se algumas práticas docentes, caracterizadas pela tendência dos sujeitos a se aproximarem ou a se afastarem de cada um desses pólos. Duas observações se fazem necessárias ao categorizar os movimentos dos sujeitos em movimentos com tendência de circularidade ou em movimentos com tendência à formação de espirais: a) nenhum movimento acontece de forma exclusivamente circular ou de forma unicamente espiralada; b) o que se indica é uma tendência, lembrando a noção matemática de limite. Em outros termos, a categorização enfoca mais uma tendência do que propriamente uma separação estanque dos movimentos.

Práticas com tendência à circularidade

Com a pergunta que serviu para orientar os professores em suas considerações, o entrevistador indagava sobre a percepção que cada um dos entrevistados tinha de matemática: Como você percebe a Matemática? Ela é uma ferramenta de trabalho para o engenheiro ou é uma disciplina que serve para o desenvolvimento do raciocínio?

Neste item, os autores agruparam as considerações sobre a Matemática vista como ferramenta de trabalho para o engenheiro. O título do item – *práticas com tendência à circularidade* – faz referência ao defendido por Cunha (1998) e endossado pelos autores: é a percepção que têm a respeito do conhecimento que dirige a prática dos docentes.

Para o engenheiro, a Matemática é uma ferramenta; entendendo-se como ferramenta um artefato que possa ser utilizado para obter resultados ou produtos. No caso da Matemática, consideram-se as operações, os algoritmos, os operadores, as calculadoras e os computadores como ferramentas; elas tornam possível tratar de modo prático problemas um tanto complexos.

a) É comum, no trabalho com disciplinas técnicas, reduzir a Matemática a uma série de fórmulas, de regras para resolver casos particulares. Os professores repetem nas cadeiras práticas, o mesmo procedimento de seus colegas que trabalham com a Matemática teórica:

O fazer matemática (aqui entendido como saber operar) não está no imaginário do aluno. O prazer que tenho em tratar uma fórmula de matemática de maneira elegante, o aluno não tem, não curte! Falta ao aluno um bom traquejo algébrico!

(Fala de um entrevistado)

Em geral, a Matemática é trabalhada de forma desligada de situações da vida real; não interessa para que serve e nem de onde vem essa fórmula; aprende-se a manipular fórmulas, observando determinadas regras; o interesse é achar a resposta certa, pouco importando o significado dessa resposta. Tal uso que se faz da Matemática, leva o aluno e o professor a um movimento circular caracterizado por copiar e decorar as regrinhas; com isso, o professor consegue dar aula e o aluno consegue fazer as provas, até bem; mas, no semestre seguinte, já se esqueceram de tudo e as regrinhas, tão importantes para conseguir nota ou para cumprir o programa, não servem para mais nada.

Embora o manejo de fórmulas, o traquejo algébrico e a habilidade em usar calculadoras ou computadores sejam importantes, não são o essencial. É o que se pode concluir desta consideração de um dos entrevistados:

Se não tiver número, a situação vira caótica. O aluno não sabe ver matemática no problema. Ele aprende fórmulas, usa a calculadora, mas não sabe ler, analisar ou interpretar os resultados. Além de faltar ao aluno um bom manejo algébrico, falta-lhe a capacidade de estimar, de fazer análise de resultados.

As considerações acima expostas configuram um dos mais frequentes equívocos docentes: usar a matemática como receituário, um conjunto de fórmulas – quase sempre mágicas – para chegar à resposta certa.

b) Em algumas cadeiras técnicas, o aluno precisa somente da matemática contida nos programas do Ensino Médio; os entrevistados constatam que, muitas vezes, os alunos não sabem fazer operações que certamente sabiam fazer naquele nível de escolaridade. É mesmo provável que todo o conteúdo necessário tenha sido *dado*, mas o aluno chega às cadeiras técnicas sem base porque não sabe aplicar; “*é como possuir um excelente aparelho e não saber usá-lo*”.

Aqui aparece um outro equívoco: o de acreditar que o conteúdo é algo que possa ser *dado* e ainda que a conteúdo *dado* corresponda conteúdo aprendido. Tem-se a percepção de conhecimento como algo que o professor embrulha e passa para o aluno, como algo que pode ser transmitido. Daí a decepção do professor que recebe um aluno rotulado de *sem base*; a tendência é culpar o trabalho desenvolvido com Matemática em níveis ou períodos anteriores. Está aqui também implícita a percepção da Matemática

como um conjunto de fórmulas mágicas capazes de produzir resultados que, por estarem de acordo com a resposta do livro ou com a do professor, estão corretos.

c) A percepção da Matemática como ferramenta se manifesta de modo particular quando os entrevistados se referem à utilização do computador, um artefato matemático. Ele é visto como ferramenta que não se pode deixar de usar porque os alunos o usam no Ensino Médio e não tem sentido que na graduação não se utilize a máquina. Esta justificativa, ao mesmo tempo que salienta a necessidade de a escola se atualizar em termos de uso da tecnologia, pode sugerir o computador como solução para os inúmeros transtornos causados, no ambiente acadêmico, pela Matemática.

O computador é considerado como ferramenta usada para implementar os cálculos, para fazer operações; não é capaz de montar o problema e avaliar os resultados. Ele serve como instrumento para apresentação de conteúdos ou de trabalhos e, de modo especial, para a simulação de fenômenos. Em algumas cadeiras técnicas, os alunos fazem projetos assistidos por computador; não é o computador que faz projeto. Elaborado o projeto, o computador se presta muito para fazer simulações; entretanto, as simulações apresentadas pelo computador deverão ser entendidas pelo aluno: “simplesmente o computador não adianta, é preciso raciocínio e capacidade de abstração”.

Os entrevistados admitem ser possível aprender matemática com o computador e que, quanto mais familiaridade o aluno tiver com o computador, melhor. Familiaridade tem duplo sentido: o de bem manejar a máquina e o de entender o que a máquina faz. Nas palavras de um dos entrevistados: *“O computador ajuda, mas tem de entender a mecânica; ele elimina certo esforço mecânico, mas não substitui o projetista.”*

Não é essencial que o aluno tenha aprendido matemática por meio do computador. O que interessa é o resultado, pouco importa o processo usado pelo aluno para aprender matemática ou o processo utilizado pelo professor para ensinar matemática. O computador não pode ser uma caixa preta; é preciso que o aluno entenda a resposta que o computador vai dar e que seja capaz de interpretar essa resposta. O computador ajuda, mas tem de entender a mecânica. O computador elimina certo esforço mecânico, mas não substitui o projetista. É mais importante que o aluno aprenda a programar do que aprender pacotes.

Para entender o que o computador faz ou para entender o processo de elaboração, um dos entrevistados sugere que o aluno faça alguns exercícios manualmente, sem o uso da máquina; esta estratégia é utilizada no estudo de gráficos implementado em Cálculo: antes de fazer o gráfico de uma função no computador, o aluno deve esboçá-lo no papel⁴. Uma vez entendido o processo, o computador é usado como ferramenta poderosíssima para abordar questões que requeiram muitas operações, elaboração de gráficos ou simulação de fenômenos.

Os argumentos apresentados pelos entrevistados permitem concluir que o computador pode ajudar no estudo de matemática quando o professor cuida para que o aluno entenda o que a máquina está fazendo, saiba usar a máquina como um potente operador e seja capaz de ler resultados. O computador pode também atrapalhar, sobretudo quando se agrega à máquina o poder mágico de substituir o professor e o aluno.

Na primeira assertiva feita no parágrafo anterior vem a idéia do que seja o correto ou desejável uso do computador; é argumento que desmonta o sólido edifício dos longos e cansativos cálculos e algoritmos sobre o qual se assentava o estudo de Cálculo antes da chegada do computador. É mesmo o caso de repetir que “*o que é sólido se desmancha no ar*”. Tal situação requer que se repense o trabalho com Matemática desenvolvido nos cursos de graduação. Mais do que manipulação algébrica, “*o aluno de engenharia tem necessidade de saber uma linguagem, precisa ser capaz de elaborar um programa executável pelo computador, mesmo que aprenda a gerar esse programa a partir de uma ferramenta como o Matlab*”.

Finalizamos esse item com a constatação feita pelos entrevistados de que há bons alunos de Matemática, alunos aprovados com excelentes notas em Matemática, e que não sabem como usar a matemática na prática, não sabem estimar grandezas, não sabem descrever um objeto. Constatação que provoca, por parte de um dos docentes, a recomendação a seguir:

O papel do professor de matemática é trabalhar os fundamentos: o estudante pode até esquecer como resolve – mas deve saber muito bem de onde vem aquilo, que situação ou fenômeno aquilo descreve; é preciso trabalhar muito bem a concepção. É preciso sair da situação *de decoreba, de macetes*, da idéia defendida por Galileu de que o universo está escrito em matemática; nós é que

⁴ Esta prática é observada no LABCAL, laboratório de Cálculo da Universidade.

podemos descrever alguns de seus aspectos por meio da linguagem matemática; parece que o universo está escrito na linguagem da vida. O engenheiro deve ser capaz de ver alguma coisa

acontecendo, descrever isso por meio da linguagem matemática e buscar soluções. Ele não precisa ser um matemático no sentido de discutir a fórmula matemática, de pesquisar outras maneiras de descrever matematicamente o fenômeno; isso é tarefa dos matemáticos; esta situação sugere a necessidade de equipes interdisciplinares; temos professores formados como engenheiros e professores formados como matemáticos, seria bom que houvesse um trabalho interdisciplinar abrigando esses diferentes profissionais.

As práticas que tendem para o pólo da pesquisa

Além de ser uma poderosa ferramenta para abordar os aspectos quantitativos de um fenômeno, a Matemática é um método de pesquisa. É essa característica que torna a Matemática uma disciplina básica, de caráter propedêutico, em qualquer curso de engenharia.

O método matemático, chamado com frequência de modelagem, tem sempre como finalidade construir modelos. É esta construção, um processo que envolve observação, descrição e formalização de situações ou fenômenos, que guarda a eficácia do estudo de matemática, considerada a linguagem das ciências e, em nível educacional, uma das possibilidades lingüísticas: ela é um instrumento teórico e metodológico de abordagem de muitos fenômenos, por meio da modelagem.

Um modelo matemático é a descrição de um fenômeno do mundo real, tal como o crescimento de uma população, a rede de relações que ocorrem entre as pessoas de um grupo, as interações dos elementos de um organismo, a demanda por certo produto, a concentração de uma solução química ou expectativa de vida de um indivíduo ao nascer. O propósito de quem modela é ter uma descrição que possibilite o entendimento do fenômeno e tentar prever comportamentos futuros.

A geometria é um exemplo de modelo matemático: começando com o problema de medir terrenos, se espalhou por todas as ciências e sugere formas as mais diversas para tratar problemas por meio de figuras (modelos). Mesmo teorias como a do caos ou a dos fractais, novas por seus objetos, são tradicionais por seu método: uma modelagem matemática de certos fenômenos. Maturana (1997), ao tentar explicar a *autopoiese*

celular ou a de sistemas de seres vivos, utiliza um modelo matemático⁵. É interessante observar que o termo usado pelos gregos antigos para designar história é o mesmo que o empregado pelos antigos pitagóricos para designar geometria, qual seja *historín* ou *historie*. A razão desta coincidência deve-se ao fato de que a palavra grega *histor* significa *testemunha* no sentido de *aquele que vê*. O historiador seria, portanto, aquele que testemunhou o acontecimento com seus próprios olhos e, nesse sentido, tanto a geometria quanto a história compartilhariam a concepção da visão (da imagem) como fonte essencial de conhecimento⁶.

Atualmente, com o uso do computador, conseguem-se simulações a partir de modelos e, deste modo, abre-se a possibilidade de estudar um infindável número de novos modelos obtidos por meio da alteração de parâmetros do modelo inicialmente projetado. Isto faz com que se possa afirmar que o computador, embora não pense, ajuda a pensar; esta é uma das razões, talvez a principal, para se aprender a manejar este artefato; nesse aspecto, o computador é um artefato matemático que serve para explicar, organizar, pensar⁷. É provável que o computador, ao possibilitar simular fenômenos a partir de modelos, traga preciosa colaboração para que professores e alunos comecem a entender que é o método – essencialmente, um método de explicar, de conhecer e de pensar – a mais importante contribuição da Matemática na formação do profissional de engenharia.

Diversas ponderações dos entrevistados apontam para a Matemática como método de pesquisa. Elas estão agrupadas neste item e representam a tendência de professores a usar a modelagem como método para abordar fenômenos estudados na engenharia.

a) A engenharia trabalha com modelos, em consequência, o engenheiro tem de saber modelar e tem de saber interpretar resultados; é a partir da leitura de resultados que ele toma decisões. Esta condição serve para orientar e definir o tipo de trabalho a ser feito pelos professores que cuidam da Matemática nos cursos de engenharia.

É possível descrever um modelo verbalmente, geometricamente, numericamente ou algebricamente⁸. Em geral, na engenharia, procura-se chegar a descrever o fenômeno por meio de uma fórmula algébrica, por meio de um gráfico ou por meio de uma tabela.

⁵ Ver, a título de exemplo, Maturana R. , Humberto e Varela G. , Francisco J. De máquinas e seres vivos. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997. (p. 22-23)

⁶ De acordo com LE GOFF in Enciclopédia Einaudi, verbete “História”, p. 159.

⁷ A palavra matemática significa, segundo D’Ambrosio, a arte de explicar, de conhecer, de organizar, de pensar.

O estudante e o professor precisam saber descrever o fenômeno e entender qual é a origem do modelo matemático: conseguir entender o que significa a expressão matemática e fazer a ligação dela com o fenômeno físico.

A montagem de um modelo deve partir de fatos físicos, descritos verbalmente; vem daí a necessidade de saber escrever. Tendo a descrição da situação física, preferencialmente em português correto, procura-se a descrição matemática na tentativa de relacionar as variáveis, quantificar por meio de parâmetros: para essa descrição, usam-se tabelas, gráficos ou fórmulas. Há necessidade de, tanto o professor quanto o aluno, entenderem qual é o fato da realidade que está sendo descrito por meio da linguagem matemática.

Os entrevistados constatam que é comum o modelo matemático ser apresentado já pronto; não se questiona que fenômeno descreve e nem tampouco se é esse o melhor modelo ou a melhor descrição; alimenta-se a crença de que a matemática é a ciência do certo e de que existe somente um jeito certo de modelar o fenômeno. São raros os estudantes e os professores que procuram o significado dos símbolos; interessa o como faz, não o porquê. Parte-se do que já está pronto: “nós, professores, não estamos preparados para ir à gênese, ao que dá origem ao modelo”. Por ser a matemática objetiva, acredita-se que os modelos são verdades irretocáveis e prontas.

Pensando estar utilizando a modelagem, um método cujo fundamento é a pesquisa, e apesar de admitir a necessidade de se trabalhar a modelagem, a tendência do docente é trabalhar com modelos já prontos e instituir um processo tipicamente circular, conforme descreve um dos entrevistados:

É natural aparecer matemática no estudo de fenômenos físicos. Mas a gente monta o fenômeno físico, vai quantificando e chega no modelo matemático que é uma fórmula. Construído o modelo matemático – a gente faz a fórmula literalmente para ter uma equação geral – usa-se um programa tipo Matlab. Usa-se o computador como ferramenta para obter gráficos de modo a entender o mecanismo da máquina ou do fenômeno estudado. Tenta-se não ficar apenas em soluções pontuais, busca-se uma visão mais ampla do problema.

⁸ Ver em Hughes-Hallet, Deborah e outros. Cálculo, v. 1. Rio de Janeiro, LTC, 1997. (p. VII)

b) Quatro dos entrevistados apresentaram o Projeto Modular⁹ como tentativa de se mudar a maneira de trabalhar com matemática. Com ele, pode-se reduzir substancialmente a fragmentação provocada pela divisão em disciplinas e questiona a validade de os cursos serem pensados tendo como foco definidor o conteúdo. Constatam esses docentes que há alunos que estão no último semestre de engenharia sem terem feito algumas das matemáticas do curso; isso indica que a matemática não faz parte e nem é necessária para que o engenheiro se forme; sob esse aspecto, parece que existe conteúdo demais e conteúdo de menos.

O sistema de trabalho por módulos vai na direção de contextualizar a matemática, mostrar que a matemática faz parte da engenharia; tem caráter interdisciplinar e pretende deslocar o centro de atenção do ensino (do conteúdo) para a aprendizagem (o processo de construção de conhecimento voltado para o saber lidar com a ciência e transformá-la em tecnologia).

O aluno fica eufórico quando percebe o que tem de matemática no fenômeno físico. Matemática é a coisa mais bonita; o problema não é a física. Daí a sugestão do módulo que exige um trabalho em equipe. Não tem disciplina que ensina o trabalho em equipe; tal habilidade é aprendida no processo.

O engenheiro vai ser um usuário da matemática; daí a necessidade de estudar a matemática aplicada. Se inverter a ordem de conteúdos dos currículos dos atuais cursos de Engenharia (começar pelas disciplinas técnicas), o curso funciona; com essa inversão é possível provocar a necessidade do Cálculo para descrever e modelar fenômenos físicos.

(Fala de um entrevistado)

Descontados os exageros, frutos de certa empolgação, a proposta defende o modo de Arquimedes: definições e procedimentos formais decorrem do estudo de problemas práticos. Arquimedes acreditava que a visão intuitiva de problemas matemáticos era obtida, primeiro, considerando esses problemas de um ponto de vista mecânico ou físico. Pela mesma razão, autores de livros de Cálculo como, por exemplo, Hughes-Hallet (1997) e Stewart (2000), tentaram produzir textos direcionados por

⁹ Projeto Modular: o curso é organizado em módulos; em cada um dos módulos, é abordada uma temática. Esta passa a ser o eixo em torno do qual são alocados os conteúdos programáticos. É uma proposta que está sendo implementada no curso de Engenharia Civil da PUC Minas.

problemas. Sempre que possível, começam com um problema prático e derivam os resultados gerais a partir dele.

O Projeto Modular é proposta sujeita a inúmeras críticas. Ele aponta para a necessidade de mudar, de fazer algo para atualizar os cursos de engenharia. Talvez sua principal virtude seja a de provocar a reflexão do grupo de professores sobre a atividade que desenvolvem. *“O risco que corremos ao criticar e mesmo condenar a proposta modular é de nos esquecermos de olhar para a situação em que estamos em termos de projeto pedagógico.”*

Considerações finais

Depois de várias gestões que utilizaram métodos coercitivos, de manipulação e de controle, a fim de motivar o desempenho, algumas instituições vêm desenvolvendo ambientes¹⁰ que possibilitem e incentivem a interdisciplinaridade, o intercâmbio de recursos humanos e apostam no capital humano como chave para o sucesso. Tal estratégia parte do pressuposto de que as pessoas são capazes de aprender, de construir conhecimento, bem como traçar caminhos para concretizar metas. A organização renuncia a limitar a uns poucos escolhidos o poder de determinar seu futuro e como chegar lá, para incluir no processo todos os sujeitos que nela trabalham. Possivelmente esta estratégia possa ser levada para a sala de aula, buscando trazer o aluno para o efetivo trabalho com o conhecimento. Deixa de centrar a atenção nos resultados (nos conteúdos) e passa a se interessar pelos processos (pelo trabalho desenvolvido).

Os muitos equívocos encontrados no uso da Matemática na graduação podem servir de desafio de superação, de tentativa de refletir sobre o que fazer com aquilo que fizemos da Matemática e de busca de alternativas de solução de um dos mais graves problemas da escola: estar centrada na e planejada para a transmissão de conteúdos. Entenda-se que a atual sala de aula não nasceu assim; ela é emblemática de um trabalho baseado na percepção do conhecimento como algo que se pode transmitir; tal percepção define o professor como aquele que dá a matéria e a cobra do aluno, preservando um círculo vicioso que se realimenta com pacotes prontos.

Empregar a metodologia da pesquisa e da elaboração pode ser o longo caminho a seguir para transformar a escola em espaço de trabalho de reconstrução do

¹⁰ Um estilo de trabalho que mobiliza a capacidade interior de todos os empregados em benefício da organização, tornou-se o cerne do desenvolvimento organizacional nos anos 90. (Jaffe, Denis T. e Scott,

conhecimento. Desta maneira, muda-se o foco de atenção para o processo; o professor cuida para que o aluno aprenda, passando a ser aquele que orienta e avalia. O conteúdo, embora importante por ser a matéria que permite o uso da metodologia, passa a não ser o principal e único centro de interesse. Assman (2001) sugere que, nas oportunidades de trabalho com o conhecimento, se tente passar de um sistema de ensino para um processo de aprendizagem.

Referências bibliográficas

Assmann, Hugo. **Reencantar a educação – rumo à sociedade aprendente**. Petrópolis: Vozes, 1998.

Biembengut, Maria Salett. **Modelagem matemática & aprendizagem de matemática**. Blumenau: Editora Furb, 1999.

Cunha, Maria Isabel da. **O professor universitário na transição de paradigmas**. Araraquara: JM editora, 1998.

D'Ambrosio, Ubiratan. **Etnomatemática. A arte de explicar e conhecer**. São Paulo: Ática, 1990.

Demo, Pedro. **Educação e Conhecimento**. Petrópolis: Vozes, 2000.

Hughes-Hallet, Deborah e outros. **Cálculo**, v. 1. Rio de Janeiro: LTC, 1997.

Jaffe, Denis T. e Scott, Cynthia, **A criação de um ambiente de trabalho responsável**. In: Ray, Michael e Rinzler, Alan (orgs.), **O novo paradigma nos negócios**. São Paulo, Cultrix, 1998, p.136-142)

Maturana R. , Humberto e Varela G. , Francisco J. **De máquinas e seres vivos**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

Negroponte, Nicholas. **A vida digital**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

Stewart, James. **Cálculo**. São Paulo: Pioneira, 2000.