

O USO DA MATEMÁTICA EM CURSOS DE ENGENHARIA NA PERSPECTIVA DOS DOCENTES DE DISCIPLINAS TÉCNICAS

João Bosco Laudares,¹ Jonas Lachini²

RESUMO

O artigo apresenta resultados de uma pesquisa realizada por professores de matemática da PUC Minas junto aos professores de disciplinas técnicas, através de formulários e entrevistas, quando se objetivou questionar o quê (conteúdo) e como (didática) do tratamento de matemática na parte profissionalizante do currículo. Como suporte teórico de análise, partiu-se de um modelo explicativo da prática pedagógica considerado em duas dimensões: base instrucionista do fazer e instauração do método de estudo pela pesquisa. O resultado da pesquisa aponta para uma nova postura metodológica para o processo ensino/aprendizagem da matemática no trabalho com atividades investigativas baseado na compreensão dos conceitos. Emergem os enfoques da linguagem matemática na interpretação dos fenômenos, do tratamento interdisciplinar e conceitual em relação ao operacional algébrico.

Palavras-chave: Professor de disciplina técnica, ensino de matemática, curso de engenharia.

ABSTRACT

The article presents results from a survey carried out by mathematics teachers from PUC Minas among teachers of technical disciplines, through forms and interviews. The objective was to assess how mathematics was treated in the professional years of engineering courses. To theoretically support the analysis a two-dimensional pedagogical model (transmission/reception and construction/creativity) was employed. Results of the survey point to a new methodological approach for the apprenticeship process.

Key-words: Teacher of technical discipline, mathematics teaching, engineering course.

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, saberes estes que sustentam a tomada de decisões. Admitida essa finalidade, os autores deste artigo, em pesquisa realizada, formularam 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. Serviram 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. Essas entrevistas fazem parte do Projeto de Inserção da Matemática nos Cursos de Graduação da Universidade, desenvolvido pelo Departamento de Matemática e Estatística da PUC Minas. Nesse departamento encontram-se as fitas gravadas, abertas à consulta de possíveis interessados, assim como os formulários preenchidos por vinte professores quanto à relevância dos conteúdos de matemática para os cursos de engenharia.

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.

1 Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Matemática e Estatística. Av. Dom José Gaspar, 500 – Prédio 34 / Sala 103 – Bairro Coração Eucarístico, 30535-610 – Belo Horizonte - MG. E-mail: matematica@pucminas.br

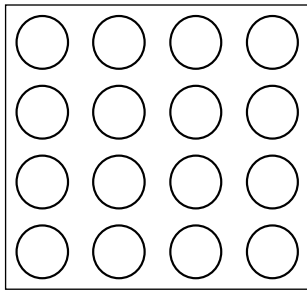
2 Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Departamento de Matemática e Estatística. Av. Dom José Gaspar, 500 – Prédio 34 / Sala 103 – Bairro Coração Eucarístico, 30535-610 – Belo Horizonte - MG. E-mail: matematica@pucminas.br

Os autores pretendem apontar alguns equívocos em que incorrem os docentes ao utilizarem a matemática em cursos de engenharia e aceitam como pressuposto o fato de que 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

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: numa 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, o 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, própria para o aprendizado como fazer. À custa de repetir os mesmos movimentos, consegue-se boa performance no executar de determinadas tarefas ou no manuseio de alguns instrumentos.



Note-se que este procedimento faz parte do processo de ensino-aprendizagem, pois serve para tomada de resultados de um dado experimento que necessita de metodologias sistemáticas para, inclusive, verificar a repetibilidade de resultados a fim de dar validade aos mesmos.

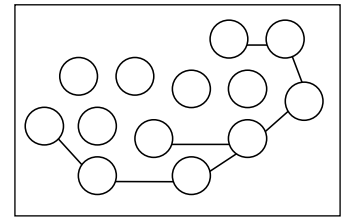
Nesse pólo, o ideal é tornar cada vez mais mecânicos os procedimentos. É o pólo para onde tendem as receitas, o conhecimento pronto e engessado, a linha de produção em série. Sistema de trabalho utilizado na era industrial, ainda serve de modelo em muitas instituições da sociedade do conhecimento.

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 es-

trutura 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 percebam ou insistam em ignorar a ligação entre eles, característica que 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, caminhar. 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, segundo Demo (2000), 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 à 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. É importante distinguir o método de exposição do método de pesquisa. A investigação tem de se apoderar 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 este trabalho, é que se pode descrever, adequadamente, o movimento real. Se tal é obtido, ficará espelhada, no plano ideal, a vida da realidade pesquisada, o que pode dar a impressão de uma construção *a priori*.

Os autores admitem que cada ação desenvolvida pelos agentes na sala de aula tem um centro de interesse, e 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.

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, as quais 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. Contudo, 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 freqüentes 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 a 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*; o que não é cobrado sob diferentes formas e ângulos realmente não é aprendido, ou seja, assimilado. Atualmente, o aluno recebe um grande número de informações diárias que mo-

mentaneamente entende, mas, como não tem tempo de digerir o conhecimento adquirido, num curto espaço de tempo ele esquece. 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. Essa justificativa, ao mesmo tempo em 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; 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. Essa 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 papel, prática observada no Laboratório de Cálculo (LABCAL) da Universidade pesquisada. 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.

Deve-se exercitar o aluno em utilização e interpretação de resultados, extrapolação (inclusive de resultados gráficos), estudos e validades em dados intervalos, com tomadas de decisão, evitando-se, assim, o uso do computador como um provedor de resultados e respostas, mas, sim, de uma ótima e rápida ferramenta. O aluno deve ter o discernimento de verificar se a resposta matemática é ou pode ser verdadeira física ou quimicamente nos limites impostos ao intervalo avaliado.

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, mas que não sabem como usar a matemática na prática, não sabem estimar grandezas nem descrever um objeto. Tal constatação 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 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 abrindo 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 a torna uma disciplina básica, de caráter propedêutico, em qualquer curso de engenharia.

O método matemático, chamado “frequência de modelagem”, tem sempre como finalidade construir modelos. É essa 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, espalhou-se 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 (2001), ao tentar explicar a *autopoiese* celular ou a de sistemas de seres vivos, utiliza um modelo matemático. É interessan-

te 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 dessa 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 conhecimento.

Atualmente, com o uso do computador, conseguem-se simulações a partir de modelos e, desse modo, abre-se a possibilidade de estudar um infundável número de novos modelos obtidos por meio da alteração de parâmetros do modelo inicialmente projetado. Isso faz com que se possa afirmar que o computador, embora não pense, ajuda a pensar; essa é uma das razões, talvez a principal, para se aprender a manejar esse artefato. Nesse aspecto, o computador é um artefato matemático que serve para explicar, organizar, pensar. A palavra “matemática” significa, segundo D’Ambrósio (1990), a arte de explicar, de conhecer, de organizar, de pensar. 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.

Deve-se enfatizar que o computador é uma ótima ferramenta, mas somente nos dá maior velocidade; e se não for bem alimentado com os dados requeridos e se as respostas fornecidas não forem bem interpretadas, de nada nos vale (programas que já solicitam dados específicos e que já fornecem resultados são para técnicos e tecnólogos, não para engenheiros!).

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 algebricamente (BASSANEZI, 2002). 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. 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, validá-lo dentro de um dado intervalo e estabelecer limites.

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 e 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, mas devem ter a consciência de que nem toda a realidade pode ser prevista matematicamente.

Os entrevistados constatarem que é comum o modelo matemático ser apresentado já pronto; não se questiona que fenômeno descreve 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.”

b) Quatro dos entrevistados apresentaram o Projeto Modular, implantado pelo curso de Engenharia Civil da PUC Minas, 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 no último semestre de engenharia sem terem feito algumas das matemáticas do curso, o que indica que a matemática não faz parte nem é necessária para que o engenheiro se forme. Nesse aspecto, parece que existe conteúdo demais e conteúdo de menos.

O sistema de trabalho por módulos vai na direção de contextualizar a matemática, de 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 problemas. Sempre que possível, começam com um problema prático e derivam os resultados gerais a partir dele. Somente alguns conteúdos podem ser deslocados para semestres mais próximos de suas necessidades. Na verdade, certos conteúdos que podem ser abordados desde os primeiros semestres devem ser sistematicamente reabordados e reestudados em determinadas disciplinas. Deve-se levar em conta que todo o verdadeiro aprendizado necessita de maturação.

O Projeto Modular é proposta sujeita a inúmeras críticas; 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 ambientes que possibilitem e incentive 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 de traçar caminhos para concretizar metas. Possivelmente, essa 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 para um dos mais graves problemas da escola: estar centrada 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 conhecimento. Dessa 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 (1998) sugere que nas oportunidades de trabalho com o conhecimento se tente passar de um sistema de ensino para um processo de aprendizagem.

Deve ser ressaltado que qualquer um dos sistemas é extremo e provoca lacunas no aprendizado, muitas vezes intransponíveis profissionalmente. Portanto, a busca de um sistema envolvendo o ensino e aprendizagem é o meio-termo e equilíbrio ideal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSMAN, Hugo. *Reencantar a educação: rumo à sociedade aprendente*. Petrópolis: Vozes, 1998.
- BASSANEZI, Rodney Carlos. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.
- CUNHA, Maria Isabel da. *O professor universitário na transição de paradigmas*. Araraquara: JM Editora, 1998.
- D'AMBRÓSIO, Ubiratan. *Etnomatemática: a arte de explicar e conhecer*. São Paulo: Ática, 1990.
- DEMO, Pedro. *Educação e conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 2000.
- HUGHES-HALLET, Deborah et al. *Cálculo*. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
- MATURANA, Humberto. *Cognição, ciência e vida cotidiana*. Organização e tradução por Cristina Magro e Victor Paredes. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001.
- STEWART, James. *Cálculo*. São Paulo: Pioneira, 2000.

DADOS BIOGRÁFICOS DOS AUTORES



João Bosco Laudares

Técnico em máquinas e motores. Graduado em Matemática pela UFMG e Doutor em Educação pela PUC-SP. Atuação como professor de matemática em cursos de engenharia e pesquisador na área de investigação: qualificação profissional, em educação em engenharia, no Cefet/MG e na PUC Minas. Autor de diversas obras, entre elas *Trabalho e formação do engenheiro*.



Jonas Lachini

Graduado em Matemática pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Belo Horizonte/MG e Mestre em Educação pela PUC Minas. Atuação como professor de matemática em cursos de ensino a distância e assessor da Pró-Reitoria de Graduação da PUC Minas.

