

MATEMÁTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA: O DESAFIO DE TRABALHAR COM UM CURRÍCULO FORTE E COM CARGA HORÁRIA REDUZIDA

Regina H. de O. L. Franchi - rhofranc@unimep.br

Universidade Metodista de Piracicaba

Rod. Santa Bárbara-Iracemápolis Km 1

13450-000 - Santa Bárbara d'Oeste – SP

Resumo. *As discussões atuais sobre ensino de engenharia apontam a necessidade de reduzir a carga horária das grades curriculares dos cursos, de modo a não sobrecarregar o aluno com número excessivo de aulas, mas sim propondo outras formas de aprendizado, fora do espaço da sala de aula. Por outro lado, tem sido grande a valorização das disciplinas básicas, pois nelas se encontram os fundamentos das engenharias. Cria-se então uma dicotomia: seria o ideal diminuir o número de aulas das disciplinas básicas (visando a redução da carga horária) ou aumentar o número de aulas (visando o seu fortalecimento)? O desafio é encontrar uma forma de trabalho para estas disciplinas de modo que, mesmo com carga horária reduzida, possam cumprir de maneira eficiente o papel de dar fundamentação teórica para o curso e ser ferramental para utilização nas disciplinas específicas ou aplicação em atividades práticas. No caso específico da matemática, um plano de atividades pode envolver diferentes aspectos, entre os quais destacam-se: trabalho integrado apoiado na modelagem matemática, sem divisão da área em disciplinas como cálculo diferencial e integral, geometria analítica ou cálculo numérico; ênfase na parte conceitual e utilização de recursos da informática. Este trabalho faz uma proposta de currículo para a área de matemática nos cursos de engenharia, entendendo como tal, não apenas uma listagem de conteúdos e a sua distribuição na grade do curso, mas também uma discussão sobre objetivos e metodologias para trabalho com estes conteúdos.*

Palavras-chave: Currículo de Matemática, Matemática na Engenharia.

1. INTRODUÇÃO

A proposta que será apresentada e discutida é fruto de anos de pesquisa relativa ao ensino de matemática para engenharia, apoiada em experiência pessoal de atuação na área.

A fundamentação teórica da proposta tem sido debatida em outros encontros, tais como: o COBENGE de 1998 (Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, São Paulo) e o ICTMA de 1999 (9th Internacional Conference on Teaching Mathematical Modelling and Applications, Lisboa).

Este trabalho retoma os pontos essenciais da fundamentação da proposta, necessários para compreensão da mesma, a saber: a matemática nos cursos de engenharia e o relacionamento entre os componentes de um currículo e coloca de forma mais explícita a estrutura do currículo, com detalhamento sobre objetivos, métodos e conteúdos de cada disciplina.

2. OS CURSOS DE ENGENHARIA E A MATEMÁTICA NESTES CURSOS

As contínuas transformações sociais, decorrentes do desenvolvimento da ciência e tecnologia, exigem cada vez mais competências e qualificação profissional elevada, sobretudo em áreas diretamente afetadas pelo avanço tecnológico, como a engenharia.

Estas necessidades têm provocado constantes discussões acerca do ensino de engenharia, indicando a escola de engenharia como comunidade de aprendizagem, estruturada por uma nova concepção de currículo que não valoriza a informação direcional professor-aluno mas que, através de atividades multidisciplinares, motiva a auto-aprendizagem, colocando o aluno frente a situações-problema, levando-o a procurar alternativas de solução, buscar o conhecimento e desenvolver habilidades.

Em documento elaborado pela coordenação do projeto Engenheiro 2001 (Fundação Vanzolini,1997) coloca-se que “a principal habilidade do engenheiro é a sua capacidade para viver e trabalhar num mundo em permanente mudança. Para tanto, não deverá ser nem superespecialista, nem generalista, e sim promover continuamente sua formação personalizada, *‘just in time’*. Deve ter sólida formação básica em ciência, especialmente matemática contínua e discreta, fenômenos químicos, físicos e físico-químicos e instrumentação.”

A sólida formação básica aparece como condição para o domínio dos fundamentos da engenharia, essencial para a competência técnica necessária para o tipo de atuação que se espera do engenheiro atual.

Se por um lado é crescente a valorização das disciplinas básicas (entre elas a matemática), por outro lado também são constantes as críticas sobre como são desenvolvidos os trabalhos com estas disciplinas.

Do mesmo documento já citado destaca-se: “...é urgente uma revisão metodológica e de conteúdos, uma vez que, nas últimas décadas, as exigências sobre os engenheiros evoluíram mais rapidamente do que fomos capazes de incorporar à sua formação.”

No caso da matemática, “uma rápida análise de seus objetivos nos mostra a necessidade de apresentá-la aos alunos como linguagem para a tradução e equacionamento de fenômenos da realidade e como ferramenta para solução de problemas relacionados a esses fenômenos. Essa maneira de ver a matemática nem sempre é percebida pelos alunos, devido a forma como ela normalmente é trabalhada em sala de aula. Para tanto, o trabalho com a matemática não pode se resumir ao estudo de técnicas e métodos de cálculo. Os conceitos não podem mais ser apresentados desvinculados da realidade, dificultando a compreensão e conseqüentemente impossibilitando a aplicação. Os novos recursos da tecnologia não podem ficar à margem dos processos utilizados em sala de aula. Desse modo, deve-se pensar na possibilidade de utilização da informática, tanto para o trabalho com a parte conceitual, como também para a parte de técnicas.

Faz-se, portanto, necessária uma constante reflexão sobre os objetivos da matemática para os cursos de engenharia, sobre que tipos de conteúdos devem ser trabalhados e sobre a maneira como deve ser desenvolvido esse trabalho.” (Franchi, 1998)

3. OS COMPONENTES DO CURRÍCULO E O CURRÍCULO DE MATEMÁTICA

Segundo Ubiratan D'Ambrósio (D'Ambrósio,1986), um currículo pode ser entendido como uma estratégia para ação educacional, tendo três componentes básicos: objetivos, métodos e conteúdos, que devem ser tratados de modo integrado. Entende-se que a modelagem matemática e a informática aparecem diretamente ligadas aos três componentes mencionados e que podem ser o meio que propicia o relacionamento entre eles.

Modelagem pode ser entendida como o processo de construção de um modelo abstrato para descrever algum fenômeno. Partir de uma situação real, identificar as variáveis envolvidas, selecionar as significativas fazendo hipóteses simplificadoras, equacionar o problema em linguagem matemática, buscar recursos para resolvê-lo, confrontar a(s) solução(ões) obtida(s) com a realidade e fazer as modificações necessárias é o que se denomina “construir um modelo matemático”.

O relacionamento entre a modelagem matemática, informática e os componentes do currículo pode ser esquematizado como mostra a “Fig.1”.

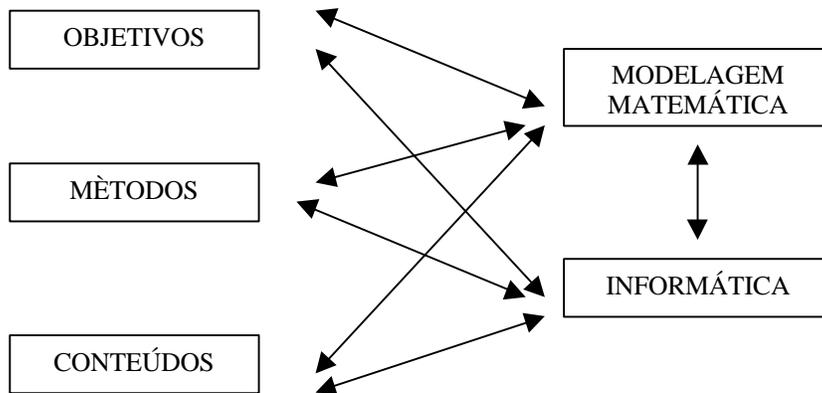


Figura 1: Relacionamento entre os componentes do currículo

Partindo de uma análise dos objetivos da matemática nos cursos de engenharia, pode-se identificar o engenheiro como um solucionador de problemas. A escola não pretende dar ao estudante todos os conhecimentos teóricos e práticos que ele vai precisar na vida profissional. A escola deve *ensinar o aluno aprender*, prepará-lo para enfrentar situações inéditas e buscar soluções.

O trabalho com a modelagem matemática pode ser uma forma de fazer o aluno vivenciar, na escola, esse tipo de situação. A utilização da modelagem matemática para introduzir ou aplicar conceitos de matemática leva a pensar na modelagem matemática como estratégia de aprendizagem da matemática¹ e portanto diretamente ligada a métodos e conteúdos.

Ao utilizar a matemática como ferramenta nos modelos matemáticos pode-se lançar mão dos recursos da informática: a informática facilitando o tratamento dos dados da realidade, encarregando-se de trabalhos repetitivos, auxiliando nas resoluções de problemas complexos, permitindo a obtenção de soluções aproximadas com grande precisão.

O recurso da informática influencia diretamente nos objetivos, conteúdos e métodos, componentes do currículo de matemática. A informática pode ser um recurso usado nas aulas para introdução de conceitos matemáticos. Tendo a facilidade de uso da informática, deve-se pensar na validade de ensinar técnicas matemáticas tais como regras de derivação e integração. Pode-se pensar também no trabalho com novos conteúdos, diferentes dos tradicionalmente ensinados. A riqueza dos softwares matemáticos e a grande possibilidade de uso dos mesmos em situações de trabalho devem modificar os objetivos da matemática nos cursos (mais importante que ensinar a resolver, é ensinar a equacionar e interpretar resultados).

¹ Um maior detalhamento sobre a modelagem matemática como estratégia de aprendizagem pode se encontrado em (Franchi, 1993)

O duplo sentido das flechas do esquema mostra a forma dinâmica como se dá o relacionamento entre os componentes do currículo, indicando também sua flexibilização. (Franchi,1998)

4. UMA PROPOSTA DE CURRÍCULO DE MATEMÁTICA PARA ENGENHARIA

4.1 O contexto

Em 1996 iniciam-se no então Centro de Tecnologia da UNIMEP (Universidade Metodista de Piracicaba) discussões acerca do ensino de engenharia, motivadas pela criação de novos cursos. A estrutura destes deveria estar de acordo com as tendências apontadas nacional e internacionalmente para cursos de engenharia. Havia também recomendações do Centro de Tecnologia para que os cursos tivessem carga horária reduzida (máximo de 240 créditos) e com um número maior possível de disciplinas comuns às várias modalidades de engenharia.

Atuava nesta época no Centro de Tecnologia uma comissão chamada Comissão de Qualidade e a ela foi dada a tarefa de, a partir das indicações de cada curso, elaborar o que seria a grade comum às diversas modalidades. Esta comissão procurou os pontos de intersecção das solicitações de cada curso e fez sua proposta de grade comum. Posteriormente, o Conselho de Centro fixou o número de aulas para cada disciplina, sendo que a matemática ficou com um total de 20 créditos, distribuídos em 5 semestres (5 disciplinas de 4 créditos cada). Aprovada a grade, à Comissão foi dada a tarefa de elaborar as ementas das disciplinas. No caso particular da matemática, muitas discussões aconteceram a partir da proposta de trabalhar a matemática de forma integrada, não separando em disciplinas estanques, como cálculo diferencial e integral, geometria analítica e cálculo numérico.

No ano de 1998 inicia-se, paralelamente às discussões acerca dos cursos novos, o processo de reformulação dos cursos já existentes.

No final de 1998, é aprovada a proposta de matemática para todos os cursos de engenharia da UNIMEP, que é implementada a partir de 1999.

4.2. A proposta

Considerando os aspectos apontados com relação à formação do profissional, ao currículo de matemática para os cursos de engenharia e às restrições colocadas quando ao número total de aulas, a proposta foi elaborada de forma a: desenvolver as habilidades desejáveis ao profissional de engenharia atual, otimizar o tempo em sala de aula, utilizar os recursos da informática e constituir um caminho em direção à modelagem matemática.

Quem já tentou desenvolver atividades de modelagem matemática em cursos regulares sabe das dificuldades de se iniciar a atividade pela construção de modelos inéditos. Os alunos estão acostumados a ver o professor como transmissor de conhecimento e portanto, têm uma postura passiva em relação à aula. Quando os resultados dependem da ação deles, a aula caminha em ritmo lento, pois eles não estão acostumados a agir e nem sempre sabem o que fazer, ou por onde começar. Acrescenta-se a isso, a dificuldade de relacionar os conhecimentos teóricos com a situação prática em estudo. Este tipo de situação requer um certo direcionamento de professor. Neste sentido, é proposto o caminho em direção à modelagem, que pode seguir as seguintes etapas:

- identificação de diferentes formas de representação de dados (tabelas, gráficos coletados em jornais e revistas);
- identificação dos conteúdos matemáticos relacionados a estes dados;

- tradução para a linguagem matemática, equacionamento e resolução de problemas;
- estudo de modelos clássicos;
- construção de modelos;

Ao mesmo tempo que se tenta percorrer as etapas, procura-se tratar a matemática de forma integrada, não fazendo distinção entre diferentes tipos de abordagens (algébrica ou numérica, por exemplo). Procura-se também utilizar recursos da informática, interessantes para cada etapa, quer seja para introduzir conceitos, trabalhar propriedades ou resolver problemas.

As ementas propostas para cada uma das disciplinas são:

Matemática I

Números reais. Espaços vetoriais reais. Funções reais de uma variável real. Retas e Cônicas. Interpolação. Seqüências. Conceito de derivada, equação diferencial e integral.

Matemática II

Derivação de funções de uma variável real e aplicações. Métodos numéricos para zeros de funções. Integração de funções de uma variável real: métodos numéricos, algébricos e aplicações.

Matemática III

Funções de mais de uma variável real. Planos e quádras. Derivação de funções de mais de uma variável e aplicações. Ajuste de curvas. Integrais múltiplas.

Matemática IV

Noções de integrais de linha e de superfície. Noções de funções de variável complexa. Equações diferenciais ordinárias de primeira ordem e aplicações.

Matemática V

Equações diferenciais lineares de segunda ordem e aplicações. Séries. Métodos numéricos para resolução de equações diferenciais. Modelagem Matemática.

Nessa seqüência de conteúdos, inicia-se pelas abordagens de funções de uma variável real (apenas por uma questão didática), dando já no primeiro semestre, uma noção geral de tudo que será trabalhado, procurando ao mesmo tempo integrar as diferentes áreas da matemática e utilizar a informática. Pouco a pouco os conceitos vão sendo aprofundados e generalizados.

É claro que uma simples listagem de conteúdos não constitui uma proposta curricular. Como foi dito anteriormente, procura-se nesta proposta relacionar objetivos, métodos e conteúdos, componentes essenciais do currículo, através da modelagem matemática e informática. No sentido de explicitar de forma mais clara como se dá este relacionamento, são descritos a seguir os trabalhos desenvolvidos em cada disciplina.

Na Matemática I objetiva-se inicialmente trabalhar as diferentes formas de representação de dados e a identificação de conteúdos matemáticos relacionados a estes dados. Assim, trabalham-se números reais e espaços vetoriais reais, como formas de representação de grandezas escalares e vetoriais. Procura-se trabalhar a idéia de que, em engenharia, há fenômenos que podem ser representados essencialmente por grandezas escalares (como por exemplo, a temperatura de um corpo num processo de aquecimento), e outros para os quais uma representação vetorial pode ser mais indicada (como por exemplo, a velocidade de um corpo em determinado tipo de movimento). A partir desses exemplos, desenvolvem-se os conteúdos relativos a números reais e vetores (operações, propriedades, etc.). Paralelamente, utiliza-se a informática para todas as operações, com estes dois tipos de grandezas.

Em seguida, procura-se explorar o relacionamento entre duas grandezas através do conceito matemático de função de uma variável real. Para cada tipo de função busca-se exemplos em situações externas à matemática e, a partir deles, desenvolve-se todo o conteúdo relativo a elas, utilizando-se paralelamente a informática para o trabalho com suas características e propriedades tais como: paridade, simetrias, translações horizontais e verticais, etc. Procura-se também interligar e relacionar diferentes abordagens relativas a um mesmo conteúdo. Por exemplo: uma reta é tratada ao mesmo tempo como função polinomial de 1º grau, representando relacionamento entre grandezas cuja taxa de variação é constante (por exemplo a deformação de uma mola com peso na extremidade, no regime elástico) e para as quais há proporcionalidade (vale regra de três), como também do ponto de vista da geometria analítica (a reta determinada por um ponto e um vetor que lhe dá a direção). Trabalha-se também a determinação de zeros de funções (utilizando-se neste momento o método da bissetção de intervalos) e a interpolação, que pode ser interessante e indicada para tratamento de dados experimentais.

Muitos conceitos não aparecem explicitados mas são trabalhados de forma indireta, sempre que há oportunidade. Nesta etapa pode-se citar o conceito de seqüência, limite de seqüência, limite de função e assíntotas. Para um aluno de engenharia, pode ser mais interessante uma abordagem intuitiva, levando em conta o alcance daquele conceito, do que uma definição matemática rigorosa (por exemplo, com relação ao conceito de limite, pode ser mais interessante trabalhar a idéia de tendência da função, do que um estudo detalhado da definição matemática, com épsilons e deltas).

Embora o tema funções seja também trabalhado em 2º grau, tem-se detectado a necessidade de retomar este assunto, devido ao despreparo dos alunos ingressantes. Por outro lado, o trabalho mostra-se interessante, mesmo para alunos preparados, por fazer o relacionamento entre diferentes abordagens e com situações externas à matemática, que normalmente não é feito em 2º grau.

Finaliza-se o semestre trabalhando de forma breve os conceitos de derivada (como taxa de variação de uma função), equação diferencial (como linguagem para equacionar fenômenos envolvendo taxas de variação de funções) e integral (como a ferramenta que possibilita a resolução de equações diferenciais). A idéia é introduzir estes conceitos já no primeiro semestre, para que as demais disciplinas (como a física por exemplo) possam se utilizar deles. Como estes conceitos serão retomados e aprofundados na Matemática II, nesta etapa são vistas apenas equações de variáveis separáveis, envolvendo derivações e integrações de funções-potência.

Na Matemática II o objetivo principal é o trabalho com o equacionamento e resolução de problemas. Embora já iniciado no semestre anterior, nesta disciplina são tratados de forma mais aprofundada os conceitos de derivação e integração de funções de uma variável real e as diversas possibilidades de utilização destes conceitos, em situações internas e externas à matemática. Para tanto, são equacionados e resolvidos problemas relacionados a estes conceitos, tais como: taxas relacionadas, problemas de otimização, resolução de equações diferenciais simples, determinação de áreas, volumes, etc.). Para a resolução dos problemas podem ser utilizados métodos numéricos ou algébricos, de acordo com a necessidade. Por exemplo, num problema de otimização, pode-se determinar o zero da derivada por um método numérico (e neste semestre já se pode trabalhar o método de Newton, uma vez que a derivada já foi estudada); a resolução de uma integral pode ser feita algebricamente, numericamente ou ainda utilizando o computador. Vale ressaltar que a utilização da informática, ao contrário do que possa parecer, evidencia a importância da fundamentação teórica. Para uma determinação de máximos e mínimos, por exemplo, dependendo da escolha do intervalo de valores, o esboço do gráfico feito pelo computador pode não ser suficiente para percepção destes pontos.

No entanto, um exame dos zeros das derivadas pode indicar a existência deles e, a partir de uma adequação das escalas, pode-se visualizá-los.

Na Matemática III, os conceitos já estudados para funções de uma variável real começam a ser generalizados para duas ou mais variáveis. Os trabalhos são desenvolvidos de forma a percorrer as três primeiras etapas do caminhar em direção à modelagem matemática, ou seja: identificação das diferentes formas de representação de dados e os conteúdos matemáticos a eles relacionados, o equacionamento e a resolução de problemas. Os conteúdos são trabalhados de forma a integrar as diversas disciplinas que normalmente compõem a área de matemática. Assim, uma superfície no espaço (um plano ou uma quádrlica) é ao mesmo tempo vista como gráfico de uma função de duas variáveis e também estudada do ponto de vista da geometria analítica; o ajuste de curvas pelo método dos mínimos quadrados é estudado como sendo mais um problema de determinação de máximos e mínimos de funções de duas variáveis e através dele se aprofunda o estudo de resolução de sistemas lineares, pelo método de eliminação de Gauss. O computador é utilizado para todos os conteúdos trabalhados e se mostra particularmente interessante para visualizações geométricas relacionadas a funções de duas variáveis.

A Matemática IV continua a generalização dos conceitos e, ao trabalhar as equações diferenciais ordinárias de primeira ordem e suas aplicações, inicia o estudo de modelos clássicos. Este trabalho é feito não apenas apresentando os modelos, mas discutindo todas as etapas da construção de modelos, suas características, sua abrangência, dificuldades ou limitações. Conhecer modelos clássicos pode ser muito interessante pois, na construção de modelos inéditos, podem ser feitas adaptações de modelos clássicos. Por exemplo, o modelo de resfriamento de Newton pode ser adaptado para o estudo de crescimento de árvores, uma vez que as características essenciais de ambos são as mesmas, ou seja, ambos apresentam crescimento (ou decrescimento) exponencial e assintótico.

A Matemática V continua o estudo de modelos clássicos, estendendo o estudo de equações diferenciais para equações de 2ª ordem; aborda processos numéricos de resolução de equações diferenciais e trabalha a construção de modelos. A idéia nesta etapa é que os alunos possam vivenciar a atividade de construir modelos, através do trabalho com um tema escolhido por eles. Não importa aqui que conteúdo matemático possa aparecer, ou que recurso será utilizado para a resolução dos problemas formulados a partir do tema.

Nesta proposta, as matemáticas foram distribuídas ao longo de 5 semestres. Pode haver um trabalho integrado da matemática com outras disciplinas, de modo que as etapas do caminhar em direção à modelagem matemática (citadas anteriormente) possam ser percorridas em momentos diferentes dos aqui colocados, em função das necessidades impostas pelo trabalho.

5. Considerações sobre a proposta

Um exame superficial dos conteúdos propostos e da carga horária utilizada para desenvolvê-los pode indicar que os conteúdos pouco diferem dos tradicionalmente ensinados e que a carga horária não é suficiente para trabalhar todos os conteúdos.

O que diferencia de fato a proposta é a forma de trabalho com estes conteúdos e os objetivos que se procura atingir com as atividades desenvolvidas. A ênfase dos trabalhos está na parte conceitual. Apenas conceitos bem compreendidos podem ser utilizados como ferramenta para resolução de problemas. Assim, por exemplo; entendendo derivada como taxa de variação de uma função, pode-se utilizá-la para equacionar fenômenos que envolvem taxas de variação entre duas grandezas. Todo processo de resolução de equações tem como estratégia a utilização das operações inversas às que apareceram na equação. Assim, também a equação diferencial obtida pode ser resolvida utilizando-se a integração (que pode ser

introduzida como operação inversa da diferenciação). Tendo um problema real, externo à matemática, como motivação inicial, estes conceitos podem ser introduzidos. A partir disto, pode-se trabalhar as definições matemáticas, as interpretações geométricas e as técnicas. O tempo gasto para o trabalho com técnicas deve ser minimizado, uma vez que o computador pode ser utilizado para isto. Que sentido tem, nos dias atuais, em se despendem um número excessivo de aulas para se ensinar regras de derivação ou técnicas de integração? Não que estes conteúdos não devam ser ensinados. Deve-se, no entanto, dosar o tempo que se gasta para isto.

Muito mais interessante é colocar o aluno frente a situações problema, onde a matemática possa ser utilizada como alternativa na busca das possíveis soluções. Importante é fazer com que o aluno desenvolva suas próprias estratégias de solução e perceba que o computador pode ser seu aliado. Isto pode ser conseguido se atividades semelhantes forem desenvolvidas nas aulas. Exemplificando: deseja-se determinar o volume de um sólido obtido pela rotação, em torno do eixo x , da região limitada por duas curvas (um problema típico de cálculo diferencial e integral). Qual é a estratégia de solução? Existe um conteúdo matemático que pode ser utilizado: a integral definida. Para tanto é preciso determinar os pontos de intersecção das duas curvas, verificar entre estes pontos qual curva está acima da outra, montar as integrais colocando os limites de integração adequados e, aplicando a fórmula corretamente, resolver as integrais. No que o computador pode ajudar? Na determinação dos pontos de intersecção das curvas (resolvendo o sistema de equações correspondente), na verificação da posição das curvas (através do esboço do gráfico das duas funções em um mesmo sistema de eixos) e na resolução das integrais.

Com base nas idéias colocadas, pode-se dizer que o currículo proposto é um currículo forte e com carga horária reduzida. Forte, não porque esgota os conteúdos matemáticos possíveis de serem utilizados pelo engenheiro, mas no sentido de que desenvolve habilidades interessantes, dá uma visão geral e integrada da matemática, enfatiza a parte conceitual, mostra recursos que podem ser utilizados para técnicas e cálculos mais trabalhosos e dá uma idéia do alcance da matemática, para utilização em situações práticas.

Não se deve tomar esta lista de conteúdos como ideal e definitiva. Dependendo da situação em estudo, outros conteúdos podem ser indicados e interessantes e devem portanto, ser abordados. A nova postura do aluno, exigida pelo tipo de trabalho proposto, deve desenvolver nele a percepção de que a matemática não se restringe àquilo que foi trabalhado nas disciplinas do curso e que cada vez mais é necessário aprofundamento teórico para desenvolvimento e aplicação da tecnologia. No entanto espera-se também ter estimulado a auto-aprendizagem e que ele seja capaz de buscar outros conteúdos que não foram trabalhados e que por ventura, sejam necessários para sua atuação profissional.

REFERÊNCIAS

D'Ambrósio, U. Da realidade à ação: reflexões sobre educação e matemática. Campinas, Sannus Editorial, 1986.

Franchi, R. H. O. L. A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia. Rio Claro, UNESP, 1993. Dissertação de Mestrado.

Franchi, R. H. O. L. Aspectos de um currículo de matemática para os cursos de engenharia. Anais do Cobenge, 1998.

Fundação Vanzolini, Documento para Debate. Projeto Engenheiro 2001. 1997.