



A MATEMÁTICA NA VISÃO DOS ENGENHEIROS MECÂNICOS E DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

Cristiane A. Hauschild – crishauschild@univates.br

Márcia J. H. Rehfeldt – mrehfeld@univates.br

Marli T. Quartieri – mtquartieri@univates.br

Ieda M. Giongo – igiongo@univates.br

Centro Universitário UNIVATES, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas – CETEC

R. Avelino Tallini, 171

95900-000 – Lajeado – RS

Resumo: *Estudos referentes ao ensino da Matemática em Cursos de Engenharia mostram que esta disciplina ainda é responsável por taxas de evasão e de repetência consideráveis. Aliado a isso, constantemente os alunos evidenciam que as disciplinas de Cálculo, além de apresentarem um ementário extenso, não contemplam situações aplicáveis em suas atividades laborais. Diante desse cenário, o presente trabalho apresenta resultados de uma pesquisa que tem por objetivo examinar a percepção de um grupo de Engenheiros Mecânicos e de Controle e Automação em relação à importância e uso da Matemática para e na sua formação profissional. Metodologicamente, a pesquisa é de cunho qualitativo, pois foram realizadas entrevistas, gravadas e, posteriormente, transcritas com profissionais e Coordenadores dos referidos Cursos. Tomando como referenciais estudos que problematizam as relações entre Matemática e exigências para a formação do profissional, os resultados preliminares apontam que: a Matemática, nos Cursos de Engenharia, é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico e a consequente capacidade de resolver problemas oriundos das práticas laborais; o uso de softwares e tabelas proporciona agilidade e precisão, bem como amplia as possibilidades de elaboração de projetos. Tais resultados suscitam no grupo de docentes que ministra as disciplinas de Cálculo a necessidade de repensar a ementa, os objetivos e a metodologia quando da elaboração dos planos de ensino.*

Palavras chave: *Engenharias, Formação de Engenheiros, Matemática, Engenheiros Mecânicos, Engenheiros de Controle e Automação*

1. INTRODUÇÃO

Ao ingressar no Ensino Superior, o estudante de Engenharia se depara, já no primeiro semestre de graduação, com disciplinas como Cálculo I, Álgebra Linear e Geometria Analítica. Assim sendo, supõe-se que ele tenha os conhecimentos prévios de Matemática desenvolvidos no Ensino Fundamental e no Médio. Porém, muitos alunos ingressantes enfrentam sérias dificuldades relacionadas à Matemática nas primeiras disciplinas de Cálculo dos Cursos de Engenharia. Pesquisas como as de Rehfeldt *et al* (2011), Pedroso e



Krupechacke (2009) e Cury e Bisognin (2006) apontam que esses alunos possuem um baixo nível de conhecimento de conceitos matemáticos básicos.

Neste sentido, o ensino de Cálculo nos Cursos de Engenharia torna-se um desafio para os educadores da área. “Recuperar a base matemática que deveria ser trabalhada no ensino médio é, de fato, um grande desafio” (Pedroso & Krupechacke, 2009, p. 2).

Em decorrência da falta de conhecimento matemático, o índice de reprovação e evasão de alunos que cursam os primeiros semestres da graduação dos Cursos de Engenharia é muito elevado. De acordo com Cury e Bisognin (2006), a preocupação com o ensino de Cálculo nos referidos cursos tem se mostrado constante, visto que esse tema é frequentemente investigado em vários trabalhos nos eventos relacionados à Matemática ou à Engenharia.

No Centro Universitário UNIVATES, esta realidade também está presente e algumas atividades estão sendo desenvolvidas para auxiliar os calouros nas áreas das Engenharias. Pode-se citar como exemplo a disciplina de Fundamentos de Matemática, implantada em 2006 na matriz curricular desses cursos. De forma eletiva, serve como um suporte para os alunos que queiram retomar conceitos básicos matemáticos antes de ingressar nas disciplinas de Cálculo.

Considerando essas questões, a pesquisa denominada Ciências Exatas da Escola Básica ao Ensino Superior, em andamento na Instituição, tem por objetivo problematizar o currículo dessas disciplinas pertencentes à área das Ciências Exatas - Matemática, Física e Química -, com vistas à melhoria da aprendizagem. Apresenta-se, neste artigo, uma das ações desta pesquisa que consiste na análise da Matemática presente nas atividades laborais dos Engenheiros dos Cursos de Controle e Automação e de Mecânica, bem como no uso que esses profissionais fazem dela em seu cotidiano.

A escolha por esses cursos justifica-se pelo fato de as atividades desses profissionais se completarem. As atividades laborais presentes no cotidiano dos que atuam na área de Engenharia Mecânica consistem no desenvolvimento de projetos, criação, construção e manutenção de máquinas e equipamentos industriais. Tais atividades possuem importantes relações com aquelas presentes no dia a dia dos profissionais da área de Engenharia de Controle e Automação, uma vez que estes exercem funções de criação e desenvolvimento de programação, sendo um fator necessário ao funcionamento dessas máquinas industriais.

2. A FORMAÇÃO BÁSICA DE UM ENGENHEIRO

A Classificação Brasileira de Ocupações do Ministério do Trabalho e Emprego enquadra a engenharia no grupo GG 2 – Profissionais das Ciências e Artes. As ocupações desse grupo requerem para seu desempenho conhecimentos profissionais de alto nível e experiência em matéria de ciências físicas, biológicas, sociais e humanas e suas atividades se referem à ampliação do acervo de conhecimentos científicos e intelectuais por meio de pesquisas, aplicação de conceitos e teorias para a solução de problemas (BRASIL, 2002).

Ademais, as Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia - CNE/CES 11/2002 - definem as competências do egresso da área e os currículos dos cursos devem ser estruturados com o propósito de dar condições para que esse profissional adquira conhecimentos para o exercício das competências e habilidades abaixo listadas:

I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;

II - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;

III - conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;



IV - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;

V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia;

VI - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; VI - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas; VII - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;

VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;

IX - atuar em equipes multidisciplinares;

X - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;

XI - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;

XII - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;

XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional (CNE/CES, 2002, Grifo das autoras).

Dentre as competências e habilidades gerais, destaca-se a primeira por estar relacionada diretamente à Matemática: “aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia” (ibid.).

Os projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia, conforme artigo 6º da Resolução CNE/CES 11/2002, devem ter um núcleo de conteúdos básicos, um de conteúdos profissionalizantes e um de conteúdos específicos que caracterizem a sua modalidade.

O núcleo de conteúdos básicos deve corresponder à cerca de 30% da carga horária mínima do curso. Abaixo, pode ser conferida a relação de tópicos que devem compor o núcleo básico:

I - Metodologia Científica e Tecnológica; II - Comunicação e Expressão; III - Informática; IV - Expressão Gráfica; V - Matemática; VI - Física; VII - Fenômenos de Transporte; VIII - Mecânica dos Sólidos; IX - Eletricidade Aplicada; X - Química; XI - Ciência e Tecnologia dos Materiais; XII - Administração; XIII - Economia; XIV - Ciências do Ambiente; XV - Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania (ibid., Grifo das autoras).

O núcleo de conteúdos profissionalizantes corresponde a cerca de 15% da carga horária mínima e é definido pela Instituição de Ensino Superior (IES). O núcleo de conteúdos específicos, correspondendo ao restante da carga horária do curso, é também definido pela IES e se constitui em extensões e aprofundamentos de conteúdos profissionalizantes, bem como de conteúdos que caracterizam a modalidade. Estes são científicos, tecnológicos e instrumentais necessários à respectiva modalidade de Engenharia e para o desenvolvimento de competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes.

As disciplinas básicas do Curso de Engenharia precisam capacitar os aprendizes a relacionar os conceitos matemáticos com situações reais e desenvolver o raciocínio dedutivo, habilitando-os a lerem os textos matemáticos e a interpretar os fenômenos, frequentemente do ponto de vista da Física. Esta ligação entre o universo fenomenal da Matemática e o mundo das relações dos objetos físicos entre si talvez capture o que seria a competência técnica de mais alto nível para qualquer engenheiro (SOARES & SAUER, 2004, p. 265).

Portanto, a partir do exposto, fica evidente a necessidade da formação sólida do profissional da Engenharia, considerando conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais a ela aplicados.



3. METODOLOGIA E ALGUNS RESULTADOS

A pesquisa apresentada é de cunho qualitativo e fez uso de entrevistas gravadas e transcritas com um profissional da área de Engenharia de Controle e Automação e quatro profissionais da Engenharia Mecânica, além dos coordenadores dos respectivos Cursos, para posterior análise. Os engenheiros são, neste artigo, nomeados E1, E2, etc., o que significa engenheiro 1, engenheiro 2, e assim sucessivamente, com o intuito de preservar o anonimato desses profissionais.

O primeiro questionamento feito aos referidos profissionais se refere à sua titulação. 66% possuíam curso de pós-graduação em nível de mestrado e todos atuavam no mercado de trabalho há mais de 9 anos em diferentes municípios do Vale do Taquari – interior do Rio Grande do Sul – e estudaram em diferentes Universidades.

Os demais questionamentos realizados dizem respeito à Matemática e seu uso nas atividades laborais. São eles:

- a) Quais os conteúdos matemáticos que você estudou na graduação?
- b) Quais os conteúdos matemáticos que você utiliza nos seus afazeres diários? Conte-nos com detalhes. Explique onde você e para que usa esses conhecimentos.
- c) Que conteúdos matemáticos faltaram ou foram pouco enfocados na sua graduação? Quais deles não foram significativos? Justifique.

A análise dos dados fez emergir as seguintes categorias: a Matemática e sua aplicabilidade nas práticas laborais e o uso de *softwares* e tabelas. A seguir, apresentam-se, detalhadamente, cada uma dessas categorias.

3.1 A Matemática e sua aplicabilidade

Para os entrevistados, a Matemática nos cursos de Engenharia é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico e a consequente capacidade de resolver problemas. Neste contexto, o profissional engenheiro precisa dominar a capacidade de visualizar um problema e resolvê-lo de forma ágil, aplicando e utilizando conceitos desenvolvidos na graduação.

Muitos dos problemas encontrados por profissionais da área da Engenharia podem ser resolvidos de diferentes formas; uma delas seria partir de tentativas e erros. Porém, supõe-se que um engenheiro não faça uso dessa possibilidade e isso poderia diferenciá-lo de um técnico.

Segundo um dos engenheiros entrevistados, muitas máquinas programáveis possuem autoajustes, cujo uso deveria ser evitado por esses profissionais. O objetivo da universidade não é formar apertadores de botões, como mencionado pelo profissional E4, mas sim formar profissionais que tenham a capacidade de configurar máquinas industriais sem a necessidade de utilização dessas ferramentas.

Porque hoje na prática tem lá um botõzinho safado chamado de autoajuste, só que a gente não quer que o rapaz seja, enfim, apertador de botão, a gente quer que ele entenda o processo e que faça ajustes específicos, não deixar um algoritmo lá que é genérico, que serve pra tudo, e não serve pra nada, então que ele seja capaz (E4).

O engenheiro precisa perceber e reconhecer se o resultado encontrado é condizente com o esperado. Dessa forma, o cálculo poderá servir como um meio de verificação do raciocínio utilizado pelo profissional e averiguar se está correto.



A Matemática dá o embasamento para isso, ela dá a sustentação. Se tu queres provar que o teu raciocínio tá certo, muitas vezes é o cálculo que vai te dar o resultado. Tô dizendo que a gente pensa de uma forma um tanto quanto diferente. Eu penso muito lógico hoje. Imagina, eu tenho que transformar uma situação do cotidiano de uma fábrica em lógica. Eu tenho que dizer para o computador “se acontecer isso faz isso, se não acontecer isso faz isso”. Pronto, eu determinei. Se sim faz isso, se não faz isso. Não tem escapatória. Ou é sim ou é não. “Ah... tem caixa na frente do sensor? Tem. Então, para a esteira. Não tem caixa, liga a esteira”. Claro, aí tu coloca, “ah... botão de emergência tá solto? Tá. Então tá beleza. Tá pressionado? Para tudo”. Então tu vais limitando as condições para não dar brecha, até porque tu tem que pensar o seguinte: o nosso raciocínio também visa à questão da segurança. Então tu tens que pensar de uma forma que tu não deixaste brecha para nada (E5).

A gente utiliza muito, por exemplo, eu vou ter que fazer um transportador com determinada linha, então qual motor que eu vou ter que colocar ali, quanto de rotação precisa, qual a velocidade que precisa ter, rotação versus velocidade, então ali aquela equação, velocidade linear [...] utiliza muito (E3).

Ao serem questionados sobre conteúdos de Matemática estudados na graduação, os entrevistados foram unânimes em mencionar limites, derivadas, integrais, equações diferenciais. Porém, quanto à sua aplicabilidade em atividades laborais, as respostas variaram em função das diferentes possibilidades de atuação. Para Verticchio “o profissional de engenharia possui uma diversidade de conhecimentos e competências, podendo atuar em diversas funções e assumindo vários posicionamentos profissionais” (VERTICCHIO, 2006, p. 14). E complementa o autor: “Devido a esta diversificação do campo de atuação, o engenheiro recém-formado, na atualidade, deve possuir uma formação tecnológica e gerencial ampla”. (ibid, p. 15).

E1, por exemplo, menciona que, para atuar na área estrutural da Engenharia Mecânica, é necessário ter domínio da parte “light da matemática” que seria a Matemática e a Física do Ensino Médio acrescidas da Geometria Descritiva e de Vetores.

Sim, tem que saber a multiplicação de vetores, composição, como decompõe de x , y e z . Por quê? Vamos supor que o veículo 250, 2500 newtons. Nós passamos seis meses dimensionando um veículo, sem nunca ter visto ele, só no cálculo, então desenhamos e precisamos estimar quais eram as cargas aplicadas a esta estrutura, por exemplo, está a 50 km por hora e bate num poste, se eu quiser utilizar uma simulação dinâmica, vai levar muito tempo e eu não tenho conhecimento (E1).

Ao ser questionado se poderiam ser tirados certos conteúdos dos cálculos, E1 afirma que não, pois são muito importantes.

Eu diria que é muito importante, em primeiro momento, por desenvolver a capacidade de pensamento e por me trazer a noção da origem do que eu vou utilizar. Por exemplo, acabei de comprar um software, que é agora meu foco, é instituição e consultoria, então eu preciso calcular uma estrutura metálica que pode suportar até 170 toneladas de carga, e a responsabilidade técnica é minha. Antes de



pagar o software, eu tive que assinar um documento que eu assumo totalmente a responsabilidade pelos resultados do software (E1).

A responsabilidade técnica que o engenheiro assume parece ser um dos motivos que faz com que os profissionais entendam o cálculo como necessário, mesmo que, muitas vezes, não façam uso do mesmo na prática.

Ainda, dependendo da linha de atuação do profissional, ele precisa de conhecimentos mais avançados de Matemática, conforme enfatiza E6, pois isso está diretamente relacionado o ramo da empresa na qual ele vai atuar. Por exemplo,

[..]vai de fluidos tu vai ter que usar softwares isso que, às vezes, esses softwares não são os melhores, daí tu vai ter que fazer pequenos ajustes nas equações das curvas que fazem a simulação daquele fenômeno pra tu entender que aquele fenômeno pode ou não ocorrer, depende muito da situação. Bom, na parte de tu vai ter que usar integrais e derivadas de 1ª e 2ª ordem, que são as derivadas que explicam melhor o movimento, integrais basicamente pra calcular a área de um objeto, os objetos em nossa volta eles não são perfeitamente quadrados ou redondos, eles têm curvas que são modeladas matematicamente e, às vezes, tu saber a área precisa de um objeto é necessário para aquela função e para acústica causa bastantes séries de Fourier, Laplace para modelar matematicamente aquela equação que explica aquele fenômeno (E6).

E2 já atuou em diferentes empresas; uma delas de construção de turbinas hidráulicas. Nesse caso, ele afirma que usava muita Matemática, muito Cálculo Diferencial e Integral. Acrescenta que os engenheiros dessa empresa “passam o dia inteiro calculando, calculando” (E2). Esse profissional ainda trabalhou em uma que projetava equipamento de mineração, transportes onde precisava fazer uso de derivadas. Na função atual, não utiliza muito Cálculo Integral e Diferencial, pois recorre a tabelas para efetuar seus cálculos.

O profissional de Controle e Automação E4 salienta a importância de números complexos, funções trigonométricas para trabalhar com componentes de circuitos que são alimentados por tensão alternada senoidal. “A gente representa tensões e correntes senoidais por meio de fasores - são vetores gigantes que tem módulo fase. Toda álgebra a gente faz em cima de números complexos pra prever impedâncias de resistências” (E4), afirma.

Os entrevistados entendem que a Matemática contribui para um raciocínio diferenciado, o que pode ser conferido nos excertos abaixo:

“[...] O conteúdo matemático estudado no ensino superior, muitas vezes, não é usado nas atividades laborais dos engenheiros tal e qual são ensinados nas disciplinas de Cálculo. Porém, são conteúdos indispensáveis para um engenheiro na hora de **resolver problemas** práticos em seu cotidiano” (E4, Grifo das autoras).

Tal afirmação nos remete à tese de Timm (2005) quando esta afirma que o engenheiro é um resolvidor de problemas. “Costumam dizer os professores de Engenharia que o engenheiro é, antes de tudo, um resolvidor de problemas” (TIMM, 2005, p. 90). Tal concepção também é corroborada pelo estudo de Veticchio. Cita o autor:

Diversos autores (WALKINGTON, 2001; PEREIRA et al, 2000; PETTY apud ROMPELMAN, 2000) têm afirmado que o engenheiro contemporâneo deve estar preparado para lidar com novos e imprevistos problemas da vida real, identificando, formulando e propondo soluções criativas e inovadoras a problemas mal formulados (ENCINAS, 2000; MASSARANI, 2000), ponderando com



grandes lacunas de informação, tolerando diversos tipos de ambigüidades e administrando incertezas (SMITH Jr, 1999). Além disso, eles devem implementar e testar suas soluções, monitorando e avaliando o seu progresso (VETICCHIO, 2006, p. 72).

Os engenheiros profissionais entrevistados afirmam que eles pensam de forma exata. “É ou não é. Entende? A fábrica tem que estar rodando assim. É assim que vai ter que funcionar. Por isso a palavra exata ela fecha tudo, por isso eu acho que o engenheiro tem que pensar de forma exata. É ou não é. Não tem outro termo”, declara E5.

A simplificação de problemas do cotidiano é uma característica citada por um dos profissionais. Ele faz uso de transformação de figuras complexas em regulares para facilitar o cálculo de volume, sem a necessidade de utilização de integral.

Na maioria sim, porque a gente também procura transformar em figuras regulares até para facilitar o cálculo, ou, se às vezes, existe uma figura muito complexa, onde teria que entrar um cálculo de integral, né, a gente procura simplificar isso pro que normalmente em volumes assim a gente tem uma certa tolerância, então a gente simplifica para facilitar o cálculo. Normalmente, a gente fragmenta a figura, facilita o calculo (E2).

O engenheiro recebe as informações, tendo que, a partir disso, criar gráficos ou fluxogramas, detalhando especificamente para conseguir visualizar o que deve ser feito, para aí sim transformar em uma linguagem de programação. E1 faz uso de fluxograma, onde detalha, passo a passo, o que deverá ser feito no decorrer do desenvolvimento do processo. “É, nós tentamos planejar os detalhes. Como é que nós vamos alcançar os objetivos que o cliente precisa, então isso varia desde, por exemplo, automatizar uma máquina ou um processo inteiro, uma fábrica inteira sendo automatizada. Então, desde o [...] tem toda uma conversa com o cliente entende... na verdade a gente tem que começar a entender o processo pra daí colocar a nossa lógica em cima do que vai atuar” (E5).

O profissional E1 menciona alguns conteúdos considerados básicos, porém fundamentais para um profissional da área de Engenharia Mecânica, como trigonometria, derivada, integral, limites, vetores e interpretação de tabelas. Pode-se inferir que não sejam utilizados pelos engenheiros da maneira como são estudados na graduação; entretanto, ajudam no desenvolvimento do raciocínio lógico e servem como base de conhecimento na resolução de problemas do cotidiano.

Gráficos, tabelas, regra de três, conceitos de derivada e integral, relação corrente e tensão, de acordo com E4, são conteúdos que devem estar muito presentes no entendimento do Engenheiro de Controle e Automação. Por mais que no futuro ele não utilize esses conceitos, o mercado de trabalho para os engenheiros cresce de forma significativa, possibilitando-lhe escolher onde e em qual ramo deseja trabalhar. Sabe-se que esses conteúdos certamente servirão de base para o aprendizado que está por vir na atuação profissional e, por isso, é indispensável ter domínio desse conhecimento.

Enfim, na concepção dos engenheiros entrevistados, a Matemática é fundamental ao desenvolvimento do raciocínio lógico, bem como para contribuir com a capacidade de resolução de problemas, corroborando os resultados encontrados por Verticchio (2006). O autor aplicou uma pesquisa junto aos docentes e discentes do Curso de Graduação em Engenharia Mecânica da UFMG bem como com profissionais que atuam na indústria com o objetivo de verificar divergências significativas, como aponta a Figura 1 a seguir.

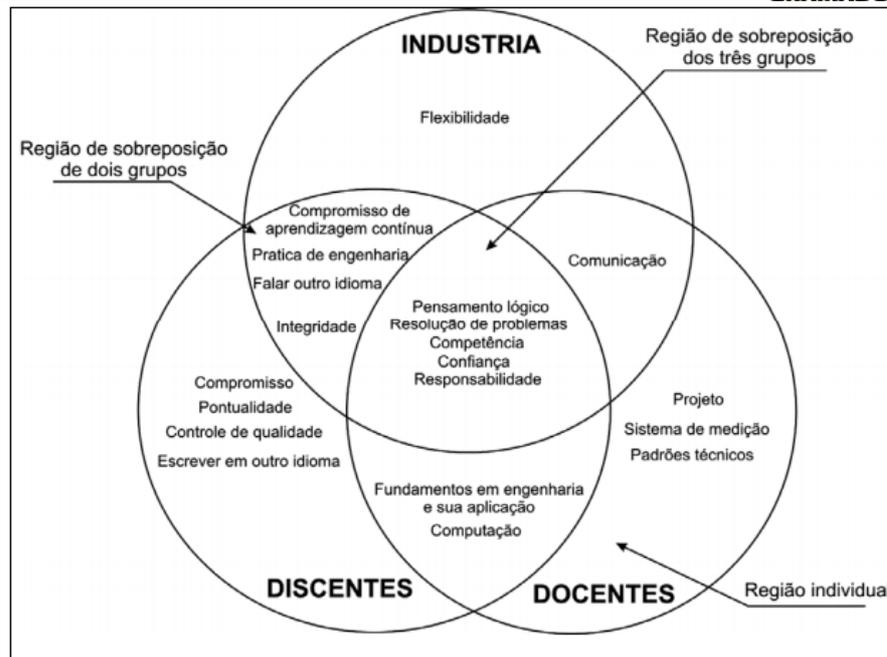


Figura 1 – Competências e habilidades consideradas fundamentais para o engenheiro (VERTICCHIO, 2006, p. 148)

3.2 Uso de softwares e tabelas

Com o avanço acelerado da tecnologia, é possível perceber a importância significativa da utilização de ferramentas tecnológicas no suprimento de algumas necessidades em relação à resolução de problemas corriqueiros de uma grande massa de profissionais do mercado de trabalho atual.

“O engenheiro [...] está atuando em um cenário cibernético, informático e informacional que estão marcando, cada vez mais, o ritmo profissional, social e cultural da sociedade. A sociedade capitalista atual, que o engenheiro está inserido pode ser classificada como sendo informacional e globalizada” (MORAES apud VERTICCHIO, 2006, p. 63).

As entrevistas realizadas com os Engenheiros de Controle e Automação e os Engenheiros Mecânicos apontam que eles fazem uso de ferramentas tecnológicas em seus cotidianos. Conforme mencionado por E5, é de extrema importância ter o domínio do conhecimento matemático no momento em que utilizam esses instrumentos, pois, certamente, seria muito difícil para um profissional analisar resultados de *softwares* sem ter passado por um estudo teórico na universidade:

Então, eu te confesso que não vai fazer cálculos algébricos, têm softwares, tem simulação, só que o poder de abstração quem dá é a Matemática aqui nas salas. Claro, e a gente faz calcular isso no computador, só que tu tem que dizer pro computador como se calcula. Não tem uma função pronta de desvio padrão, dependendo tem, mas, no momento que tu vai fazer, não. Dividi, bota na raiz, faz pela variância. Então, isso é importante saber também. Pelo menos pra mim tá sendo agora (E5).



Ainda do ponto de vista do profissional E5, é importante que se utilizem *softwares* matemáticos na resolução de problemas em disciplinas de Cálculo do Ensino Superior para que o aluno vá se familiarizando com esses instrumentos:

“Uma coisa que talvez a gente poderia trabalhar melhor é a utilização de softwares matemáticos, por exemplo, o MATLAB, que é utilizado já hoje. O MATLAB é uma ferramenta que tu faz praticamente todo tipo de cálculo nele, te gera gráficos, te gera funções. Tu integra equações matemáticas com uma linguagem de programação junto” (E5).

É importante que os profissionais que fazem uso de ferramentas tecnológicas em suas atividades laborais saibam utilizá-las paralelamente com o conhecimento teórico estudado. Quando questionado sobre a utilização do recurso, o profissional garante que com o uso da tecnologia chega-se mais rapidamente ao resultado; entretanto, é necessário conferir o resultado dado pelo *software* manualmente, reduzindo, dessa forma, a probabilidade da ocorrência de erros, pois a responsabilidade técnica é o profissional quem assume. Conforme evoca E1, “acabei de comprar um software, então eu preciso calcular uma estrutura metálica que pode suportar até 170 toneladas de carga, por exemplo, e a responsabilidade técnica é minha. Antes de pagar o software, eu tive que assinar um documento que eu assumo totalmente a responsabilidade pelos resultados do software” (E1).

Ao ser questionado por que adquiriu o software, E1 responde “que é um jeito de chegar a um resultado”.

No dia a dia, os engenheiros entrevistados, além de suprirem suas necessidades por meio da utilização de ferramentas tecnológicas, mencionam a utilização de tabelas na resolução de problemas, muitas vezes, desenvolvidas pelos próprios fabricantes de equipamentos. Além disso, fazem uso de tabelas constituídas de dados práticos e reais, complementando o cálculo realizado no cotidiano, conforme se pode conferir nos excertos abaixo:

É que houve uma evolução muito grande hoje de, com a evolução da informática, a gente se tabelou muita coisa, então, hoje em dia, na engenharia, existe tabela para tudo, de razão, de curva. Aí a gente foge muito do Cálculo e recorre direto á tabela, que, muitas vezes, é constituída de dados práticos, de dados reais, então a gente como engenheiro a gente procura ir pra esse lado, porque mesmo tu fazendo os cálculos bonitinho, a gente nunca tem certeza, quando chega no final do cálculo, [...] na prática, então a gente acaba fugindo um pouco da Matemática e vai muito pras tabelas práticas que os próprios fabricantes de equipamentos colocam e disponibilizam pra gente e a gente tem muito mais convicção de, antes de fazer um projeto, em buscar esses dados práticos e reais, então do que ir lá ficar calculando, calculando.

*Por exemplo, para projetos de subestações eu sei que muita coisa está tabelada, que toda aquela Matemática bonita lá, vira tabelas, que: “há, carga tal” olha pra tabelinha: “dispositivo tal”. Só que pra chegar nisso é muito arriscado tu colocar uma pessoa que não teve essa bagagem matemática... **Pesquisadora:** Que só usa essa tabela? **Entrevistado:** Só usa essa tabela, porque se tiver uma peculiaridade a mais ele não vai conseguir prever ou vai prever, mas pode dar um problema de falha de dimensionamento... ele vai ir na tentativa e erro, e a nossa ideia é que o engenheiro não seja na tentativa e erro (E4).*

Hoje eu faço.... Transportadora de farinha, de trigo, um transportador de rosca, então eu tenho que pegar densidade do



produto, peso específico dele, volume, se o cliente vai precisar trabalhar. Eu preciso calcular geralmente cubagem de silos, formatos ou cilíndricos ou cônicos, então eu uso muitos cálculos de volumes, vazões também, vazões de produto. (E2).

Portanto, a análise dos dados mostra que os engenheiros fazem uso de *softwares* e tabelas, uma vez que estes proporcionam agilidade e precisão na elaboração de projetos e permitem simulações. Habilidades semelhantes também foram elencadas por Verticchio: “o engenheiro deve, além de possuir um domínio das ferramentas básicas de informática, conhecer e manusear os softwares específicos da área (RIBEIRO et al, 2001; BORRÁS et al, 2000; ANGOTTI, 1999; RAGHY, 1999) e ter competência para empregar, dominar, aperfeiçoar e até mesmo gerar tecnologias durante toda sua vida profissional (ROCHA & ALEXANDRE, 2002; ALMEIDA, 2001)” (VERTICCHIO, 2006, p. 77).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da pesquisa apontam que os campos de atuação dos Engenheiros Mecânicos e dos de Controle e Automação são múltiplos, porém é consenso que, na visão dos entrevistados, o conhecimento da Matemática é fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico, contribuindo com a capacidade de resolver problemas oriundos das práticas laborais.

“Resolver problemas é uma atividade que sintetiza a importância da engenharia, sendo vital para a sua realização” (BAZZO & PEREIRA, 2006, p. 201). Ainda, segundo esses autores, “aprender a dominar a matemática não é uma opção, é uma preocupação fundamental para quem quer dispor de uma das ferramentas mais importantes e potentes para solucionar problemas em engenharia” (ibid, p. 264)

Além disso, os entrevistados afirmam que o uso de *softwares* e tabelas proporciona agilidade e precisão, bem como amplia as possibilidades de elaboração de projetos, conforme salientam Bazzo e Pereira “hoje em dia as técnicas de computação são indispensáveis no uso da matemática, para extrair mais benefícios de sua aplicação. Computadores aceleram em milhares de vezes os cálculos, fazendo com que os modelos matemáticos tenham sua capacidade de previsão aumentada. O mundo moderno é invadido pela Matemática” (ibid, p. 264).

Por tudo o que foi até aqui exposto, pode-se inferir a existência de dois motivos pelos quais esta pesquisa é relevante para o ensino de Cálculo em Cursos de Engenharias. O primeiro deles aponta que a análise das práticas laborais dos engenheiros pode contribuir para repensar as disciplinas de Cálculo no que tange à ementa, aos objetivos e à metodologia, uma vez que, se os profissionais usam *softwares*, tabelas, gráficos em suas práticas, estes poderiam ser incluídos nos respectivos Planos de Ensino dessas disciplinas. O segundo, decorrente do primeiro, evidencia a importância da interação universidade – mundo do trabalho, sobretudo no caso de uma Instituição de Ensino Superior comunitária como a Univates.

Agradecimentos

O grupo de pesquisa agradece a todos os profissionais que se dispuseram a participar da pesquisa, bem como ao Centro Universitário UNIVATES, financiador da mesma.

REFERÊNCIAS



BAZZO, Walter Antônio. PEREIRA, Luiz Teixeira do Vale. Introdução a Engenharia: conceitos, ferramentas e comportamentos. Florianópolis: Editora da UFSC, 2006. 270 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Classificação Brasileira de ocupações. 3.ed. Brasília: MET, SPPE, 2010. V.1. 828 p.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. Resolução CNE/CES 11/2002. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

CURY, H. N., BISOGNIN, E. Calculando o volume de um sólido: como a análise de erros pode auxiliar professores a elaborar atividades de ensino para calouros de Engenharia. Anais: XXXIV – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Passo Fundo: UPF, 2006.

MIRANDA, C. LAUDARES, J. B. TONINI, A. M. Competências e habilidades matemáticas no trabalho de engenheiros do setor industrial. Anais: XL – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belém: ITEC/UFPA, 2012.

PEDROSO, C. M.; KRUPCHACK, J. E. Análise de alternativas para recuperação de fundamentos de matemática no ensino de Cálculo em cursos de Engenharia. Anais: XXXVII – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Recife. 2009.

REHFELDT, M. J. H. NICOLINI, C. A. H. QUARTIERI, M. T. GIONGO, I. M. Investigando os conhecimentos prévios dos alunos de Cálculo do Centro Universitário Univates. Revista de Ensino de Engenharia, v. 31, n.1, p. 24-30, 2012.

SOARES, Eliana Maria do Sacramento. SAUER, Laurete Zanol. Um novo olhar sobre a aprendizagem de matemática para a engenharia. In: CURY, H. N. Disciplinas Matemáticas em Cursos Superiores: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004, p. 245 – 270.

VERTICCHIO, Norimar de Melo. UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS Análise comparativa das Habilidades e Competências necessárias para o engenheiro na visão da indústria, dos discentes e dos docentes. 2006. 180p. . Dissertação (Mestrado). Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/SBPS-756PGQ/vers_o_final_mestrado_23_11_2006.pdf?sequence=1>. Acesso em: 01 de jun. 2013.

TIMM, Maria Isabel. UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL. Elaboração de projetos como estratégia Pedagógica para o ensino de engenharia (curso a distância de projeto no modelo *e-learning-by-doing*). 2005. 312 p. Tese (doutorado). Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/13747/000643927.pdf?sequenc>>. Acesso em: 01 de jun. 2013.



MATHEMATICS ACCORDING TO MECHANICAL AND AUTOMATION AND CONTROL ENGINEERS' VIEW

Abstract: *Studies related to the teaching of Mathematics in Engineering Courses show that this discipline is still responsible for dropout and considerable repetitions. Allied to this, students consistently show that the disciplines of Calculation, besides presenting an extensive ementario do not contemplate applicable situations to their work activities. According to this scenery, this paper presents results of a research that aims to examine the perception of a group of Mechanical and Automation and Control Engineers regarding the importance and use of Mathematics for and in their professional training. Methodologically, the research is of a qualitative nature, because interviews were conducted, recorded and transcribed with professionals and coordinators of these courses. Taking as reference studies that problematize the relationship between Mathematics and requirements for professional's training preliminary results indicate that Mathematics in Engineering Courses is essential to the development of logical reasoning and the resulting ability to solve problems coming from working practices; the use of software and tables provides agility and precision as well as it increases the chances of developing projects. These results raise in the teachers' group who teaches the disciplines of Calculation, the need to rethink the menu, the objectives and methodology when preparing the study plans.*

Key-words: *Engineerings. Engineers' Training. Mathematics. Mechanical Engineers. Automation and Control Engineers.*