



COMPETÊNCIAS E HABILIDADES MATEMÁTICAS NO TRABALHO DE ENGENHEIROS DO SETOR INDUSTRIAL

Cleiton G. M. Miranda – cleiton.miranda@ig.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

Avenida Amazonas, nº7675, Bairro Nova Gameleira

30510-000 – Belo Horizonte – Minas Gerais

Centro Universitário UNA

Rua Afonso Vaz de Melo, nº465, Bairro Barreiro

36640-070 – Belo Horizonte – Minas Gerais

João Bosco Laudares – jblaudares@terra.com.br

Adriana Maria Tonini – atonini2@hotmail.com

Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG)

Avenida Amazonas, nº7675, Bairro Nova Gameleira

30510-000 – Belo Horizonte – Minas Gerais

***Resumo:** Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa de mestrado desenvolvida junto ao Programa de Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG e no contexto da atuação dos pesquisadores no Grupo de Pesquisa em Formação e Qualificação Profissional – FORQUAP da mesma instituição. Neste texto apresentam-se os resultados do estudo sobre as competências e habilidades matemáticas na situação de trabalho de engenheiros do setor industrial. Tratou-se de uma pesquisa qualitativa no qual o método foi a realização de entrevistas semi-estruturadas com engenheiros de empresas da região metropolitana de Belo Horizonte/MG. Como resultados identificaram-se os saberes matemáticos presentes na prática de tais profissionais para compreender as diferentes formas de fazer e pensar a Matemática nesse contexto, podendo colaborar com possíveis repercussões à formação acadêmica desses profissionais.*

***Palavras-chave:** Competências e Habilidades Matemáticas, Engenheiros do Setor Industrial, Educação Tecnológica.*

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta resultados de uma investigação qualitativa vinculada ao Mestrado em Educação Tecnológica do CEFET-MG das competências e habilidades matemáticas no trabalho de Engenheiros do setor industrial. A primeira parte do texto trata-se de uma discussão teórica sobre a formação do engenheiro desse setor e sobre o papel da Matemática

Realização:

 **ABENGE**

Organização:



**O ENGENHEIRO
PROFESSOR E O
DESAFIO DE EDUCAR**



nessa formação. Na segunda parte são apresentados resultados da investigação realizada em empresas da Região Metropolitana de Belo Horizonte por meio da análise das entrevistas com os Engenheiros.

2. A FORMAÇÃO DO ENGENHEIRO DO SETOR INDUSTRIAL

A Classificação Brasileira de Ocupações (CBO, 2010) do Ministério do Trabalho e Emprego, em sua terceira edição, define que a engenharia está situada no grupo de ocupações cujas atividades principais requerem para seu desempenho conhecimentos profissionais de alto nível e experiência em disciplinas como a Matemática, a Física, a Biologia, além de Ciências Sociais e Humanas. Dentre suas atividades destacam-se: a de ampliar o acervo de conhecimentos científicos e intelectuais por meio de pesquisas; aplicar conceitos e teorias para solução de problemas ou por meio da educação e ainda, assegurar a difusão sistemática desses conhecimentos.

O Engenheiro pode ser definido como o intelectual capaz de exercer a engenharia com competência técnica e responsabilidade social e política. Na formação deste profissional é necessária uma sólida formação técnica e científica, além de aspectos críticos, criativos, éticos, filosóficos, epistemológicos e históricos para identificar e superar os desafios da utilização, de forma racional, ética e responsável dos recursos naturais e materiais. Devem ser dados meios aos alunos de Engenharia para compreenderem e relacionarem fatos, dados, situações e opiniões que os localizem na sociedade e no mundo em que vivem. (SOUZA e OUTROS, 2010).

Segundo Laudares (1992):

“[...] o engenheiro é um profissional que desenvolve sua atividade na área de tecnologia; sua responsabilidade é produzir tecnologia e trabalhar os processos industriais gerando bens para a sociedade, a partir da produção científica disponível”. (LAUDARES, 1992, p.52)

As Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia CNE/CES (11/2002) definem, em seu artigo 4º, as competências que os egressos destes cursos devem adquirir. Segundo este documento, os currículos dos cursos de Engenharia deverão dar condições a seus egressos para adquirir competências e habilidades para, conforme o quadro 1(um) a seguir:

Quadro 1 - Conjunto de competências e habilidades para a formação do engenheiro

- a) aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
- b) projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
- c) conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
- d) planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
- e) identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
- f) desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
- g) supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
- h) avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
- i) comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
- j) atuar em equipes multidisciplinares;
- k) compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
- l) avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
- m) avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
- n) assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Fonte: Diretrizes Curriculares dos cursos de Engenharia (CNE/CES, 2002)



Pelo quadro apresentado acima das competências e habilidades para a formação do engenheiro identifica-se o importante papel da Matemática para este profissional na medida em que ele deve ser capaz de, entre outros conhecimentos, aplicar a Matemática à engenharia, identificar e resolver problemas de engenharia, comunicar-se na forma gráfica e avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia. Portanto, o Conselho Nacional de Educação, através da Câmara de Ensino Superior do Ministério da Educação aponta neste documento a importância da Matemática no desenvolvimento de competências e habilidades para a formação do Engenheiro brasileiro.

Ainda segundo as Diretrizes Curriculares (CNE/CES 11/2002): “todo curso de Engenharia, independente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, um núcleo de conteúdos profissionalizantes e um núcleo de conteúdos específicos que caracterizem a modalidade”.

As Diretrizes Curriculares determinam para o currículo do núcleo de conteúdos básicos, que atendam cerca de 30% (trinta por cento) da carga horária mínima podendo trabalhar os tópicos que se seguem, onde se chama a atenção para a presença da disciplina de Matemática, além de outros conteúdos que necessitam de base em Matemática para serem trabalhados, como é demonstrado pelo quadro 2 (dois):

Quadro 2 - Tópicos do Núcleo de conteúdos básicos para Formação do Engenheiro

- Metodologia Científica e Tecnológica;
- Comunicação e Expressão;
- Informática;
- Expressão Gráfica;
- Matemática;
- Física;
- Fenômenos de Transporte;
- Mecânica dos Sólidos;
- Eletricidade Aplicada;
- Química;
- Ciência e Tecnologia dos Materiais;
- Administração;
- Economia;
- Ciências do Ambiente;
- Humanidades, Ciências Sociais e Cidadania.

Fonte: Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (Parecer CNE/CES 1.362/2001)

Quanto ao núcleo de conteúdos profissionalizantes, estes devem atender cerca de 15% (quinze por cento) de carga horária mínima. As Diretrizes Curriculares apresenta subconjuntos a serem trabalhados e definidos pela Instituição de Ensino Superior (IES) responsável pela oferta do curso de engenharia, dentre esses subconjuntos destaca-se: a Matemática Discreta e a Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas.

O núcleo de conteúdos específicos, segundo as Diretrizes Curriculares,

se constitui em extensões e aprofundamentos dos conteúdos do núcleo de conteúdos profissionalizantes, bem como de outros conteúdos destinados a caracterizar modalidades. Estes conteúdos, consubstanciando o restante da carga horária total, serão propostos exclusivamente pela IES. Constituem-se em conhecimentos científicos, tecnológicos e instrumentais necessários para a definição das modalidades de engenharia e devem garantir o desenvolvimento das competências e habilidades estabelecidas nestas diretrizes. (Parecer CNE/CES 1.362/2001)



Segundo Bazzo e Pereira (2006), em sua atividade profissional, os engenheiros necessitam organizar informações para transformá-las em resultados práticos e úteis, portanto, são identificadores, formuladores e solucionadores de problemas. Para os autores,

resolver problemas é uma atividade que sintetiza a importância da engenharia, sendo vital para a sua realização. Mas também é preciso identificar os problemas, encontrá-los, criá-los. Mais que isso, é essencial saber formular adequadamente as questões para as quais vamos procurar construir respostas. Uma necessidade só vai ser um problema - tecnicamente resolvível - depois de ter sido formalmente prescrito. Sem esse conjunto, pouco pode ser feito em termos práticos.
(BAZZO; PEREIRA, 2006, p. 201)

Portanto, na formação do engenheiro, é necessário também fomentar sua capacidade de análise e síntese, através da resolução de problemas, o que contribuirá para a elaboração de planos de pesquisa científica ou tecnológica. Análise que envolve a divisão do sistema físico real em componentes mais simples, possibilitando o estudo com maior profundidade e, a síntese, após a investigação, proporcionará uma composição unificada dos resultados obtidos. Assim, saber usar modelos matemáticos na resolução de seus problemas é requisito fundamental para o trabalho do engenheiro. (BAZZO; PEREIRA, 2006).

2.1. A Matemática na Formação do Engenheiro

Segundo Bazzo e Pereira (2006, p. 264): “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 de engenharia”.

Nas Diretrizes Curriculares (CNE/CES 11/2002), entre as competências e habilidades a serem desenvolvidas na formação do engenheiro, destaca-se: a de aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia; identificar, formular e resolver problemas de engenharia; avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia e comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica. Além disso, na apresentação do núcleo de conteúdos básicos, aponta-se a Matemática como parte integrante do currículo e, ainda, a Matemática Discreta e a Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas como integrante do subconjunto do núcleo de conteúdos profissionalizantes.

Portanto, no processo de formação do engenheiro, a Matemática apresenta-se como suporte na compreensão tanto das questões técnicas, na resolução de questões do trabalho, como para questões generalistas e críticas do conhecimento, fornecendo o raciocínio lógico. Entende-se que, de acordo com as competências e habilidades presentes nas diretrizes curriculares, a Matemática torna-se indispensável na preparação do Engenheiro para o trabalho, auxiliando-o na compreensão da realidade socioeconômica, política e cultural de seu tempo.

Cabral e Baldino (2004) afirmam que as dificuldades relacionadas ao ensino de matemática para as engenharias têm sido reconhecidas nos Congressos Brasileiros de Ensino de Engenharia (COBENGE). Os autores apontam uma pesquisa de Cury (2002), procurando a razão do número relativamente pequeno de trabalho sobre disciplinas de matemática nas engenharias em que formulou a hipótese de que “os professores de disciplinas matemáticas não se consideram professores dos cursos de Engenharia e, por isso, não se propõem a apresentar seus trabalhos em congressos de ensino dessa área”.



A comunidade de Educação Matemática, pela Sociedade Brasileira de Educação Matemática – SBEM está começando a atentar para o problema do ensino profissional de matemática. Existem pesquisas que tratam de modificações no modo de o professor apresentar os objetos matemáticos, utilizando diversas estratégias matemáticas como a modelagem e a resolução de problemas e que são apresentados nos eventos organizados por esta comunidade como o Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM.

Tradicionalmente, o ensino-aprendizagem de Matemática para engenharia tem sido baseado em atividades, operações, técnicas, manipulação de softwares e outros procedimentos realizados pelos alunos, por solicitação de seus professores. Assim, cria-se um conjunto de regras e fórmulas, teoremas e linguagem simbólica que acabam por estimular a passividade, a insegurança do aluno e a dependência da palavra do professor para decidir sobre os resultados. Aprender, assim, significa assistir a aulas, observar, copiar, repetir e apresentar respostas às questões. O aluno passa a ser avaliado pela sua capacidade de repetir procedimentos e dar respostas já esperadas. Assim ele desenvolve dependência e não autonomia. (SOARES; SAUER, 2004).

Este modelo de ensino-aprendizagem não atende a proposta de uma Educação Tecnológica que possibilite ao estudante o desenvolvimento de sua capacidade de análise e de atuação crítica frente aos problemas inerentes à sua área de atuação. Assim é necessário o planejamento de estratégias

que promovam o desenvolvimento das habilidades e competências pretendidas, é preciso mudar a concepção do que seja ensinar e aprender e dos papéis do professor e do aluno, nesse processo. Partindo do pressuposto de que aprender está relacionado à construção e ao estabelecimento de relações entre o novo e o que já se conhece, então, para ensinar, não é suficiente expor e dar informações, mas, principalmente, incentivar o aluno a pensar, a fazer conjecturas, a ler e interpretar informações e, com base nelas, deduzir formas de resolver problemas, interagindo com colegas, refletindo sobre as ações desenvolvidas e tomando decisões. Dessa forma aumentam as possibilidades de que o aluno construa relações, aprendendo de forma significativa. (SOARES; SAUER, 2004, p. 246)

Ainda segundo Soares e Sauer (2004), 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 fenômenos, frequentemente do ponto de vista da Física.

3. A MATEMÁTICA SEGUNDO ENGENHEIROS DO SETOR INDUSTRIAL

Na pesquisa apresentada neste artigo, realizou-se o levantamento da percepção dos profissionais, Engenheiros, quanto à Matemática na realização de suas atividades de trabalho, procurando identificar as competências e habilidades matemáticas requeridas por tais funções na execução das tarefas nas empresas. Trata-se, portanto, de ampliar o horizonte de análise acadêmico pelos relatos desses profissionais sobre sua atuação profissional, buscando subsídios que contribuam para o ensino e aprendizagem de Matemática nas instituições de ensino que ofertam os cursos de engenharia.

Utilizou-se a metodologia qualitativa de pesquisa pela realização de entrevistas semi-estruturadas com os sujeitos, para isso, organizou-se um roteiro de entrevista semi-estruturada



em torno de algumas categorias de análise, no intuito de contemplar os objetivos propostos por esta pesquisa. Os profissionais foram entrevistados em 4 (quatro) empresas da região metropolitana de Belo Horizonte/MG na qual trabalham.

Tomando-se os resultados obtidos nas entrevistas, realizou-se uma análise qualitativa de cada uma das categorias, orientados pela discussão teórica sobre o conceito de competências e habilidades, sobre a Educação Tecnológica e a Educação Matemática e sobre o perfil de formação dos Engenheiros incluindo-se o papel da Matemática em tal formação. A seguir segue os pontos principais da análise realizada.

3.1. A Matemática no Curso de Engenharia

Nesta categoria de análise verificou-se a opinião dos profissionais sobre a Matemática durante sua formação profissional. Como a Matemática foi ensinada, qual papel assumia na formação e se a mesma era empregada nas explicações dos conceitos específicos tecnológicos do curso foram questões feitas aos Engenheiros entrevistados a fim de atender esta categoria.

Os profissionais apontaram esta disciplina presente durante toda formação, independentemente do ramo escolhido. Para eles, a base da engenharia é a Matemática e não seria possível sua compreensão sem a sua utilização, tanto como ferramenta de cálculo quanto no desenvolvimento do raciocínio lógico. Como se identifica no relato a seguir:

[...] A matemática está bem presente principalmente nessa área quantitativa, ela é uma ferramenta que tem que se usar a todo momento. O que eu acho muito interessante também é o jeito que a matemática te faz pensar de outra forma, então aprendendo matemática ela te faz pensar de uma forma mais lógica. (Eng.1)

No relato dos engenheiro 1, percebe-se o que foi defendido por Bazzo e Pereira (2006), na discussão sobre o perfil de formação do engenheiro, em que é necessário fomentar a capacidade de análise e síntese desse aluno na graduação como forma de prepará-lo para as questões do trabalho.

Quanto à avaliação sobre o ensino da Matemática no curso de engenharia, os entrevistados expuseram a dificuldade encontrada nos primeiros semestres do curso nas disciplinas. Os profissionais de engenharia atribuíram esta dificuldade à falta de base de Matemática do ensino fundamental e médio, bem como a metodologia adotada pelo professor no ensino desses conteúdos.

De acordo com os Engenheiros entrevistados, alguns docentes das disciplinas matemáticas não se preocupam com o nível de conhecimento prévio dos alunos, o que dificulta a aprendizagem. Os entrevistados criticaram esta postura e a metodologia dos docentes das disciplinas de Matemática (Geometria Analítica, Álgebra Linear e Cálculo) nos cursos de engenharia, apontando este fator como motivador para que colegas de sala desistissem de continuarem na engenharia e podendo ter provocado a evasão dos cursos:

[...] A faculdade, assim, o primeiro período, por exemplo, é uma revisão do que você viu no segundo grau, é equação, é limite, então eles não ensinam a fundo como é que faz e tal... Dá aquela lista de exercícios e você tem que fazer, se você não fizer e se preparar você tá complicado. É um processo repetitivo, eles não se sentem no dever de ensinar, porque eles acham que você já aprendeu. E muitas vezes por isso que o 1º período é detonante. (Engenheiro 7)



Ainda segundo esses profissionais, outro fator de desmotivação seria a falta de contextualização das disciplinas de Matemática, no início do curso, com os conceitos específicos de engenharia que estavam por estudar. Os alunos não conseguiam estabelecer um elo entre o conteúdo de Matemática estudado e as demais disciplinas da graduação, bem como o que iriam encontrar quando fossem atuar no mercado de trabalho. Assim, cabe ao professor desses cursos procurarem, pela aplicação dos conteúdos de Matemática, aproximar-se da realidade atual do aluno a fim de auxiliar a aprendizagem desses conteúdos, o que pode ser feito pelo trabalho em conjunto com os professores das disciplinas específicas tecnológicas das instituições de ensino.

Quanto ao método utilizado no ensino das disciplinas de Matemática, as técnicas tradicionais como o uso do quadro para explicações e exemplos e a resolução de listas de exercícios para fixação predominaram nos relatos dos Engenheiros. Destaca-se que, como alguns entrevistados somente tiveram acesso a esta forma de ensino da Matemática, seja no ensino fundamental, médio e graduação, eles não conseguem identificar outras maneiras de se aprender Matemática. Este fato não foi associado à dificuldade de compreenderem as disciplinas, como no relato a seguir:

Foi da forma que eu sempre aprendi, um professor passando para gente no quadro, ensinando como fazer, a gente tendo o material para consultar e exercícios, treinava na aula e exercícios como se fossem dever de casa, para próxima aula, foi da forma padrão mesmo [...]. Para falar verdade eu nunca imaginei outra forma de aprender matemática, sempre foi assim, acho tranquilo, sempre aprendi. (Engenheiro 8)

Portanto, pelo relato do Engenheiro 8, analisa-se que pode faltar aos professores de Matemática dos cursos de engenharia trabalharem outras estratégias de ensino da matéria além da resolução de problemas e o cálculo operacional. A modelagem matemática, por exemplo, segundo os estudos de Bassanezi (2002), poderia ser aplicada como forma de ensinar de maneira significativa pela avaliação da realidade do sistema educacional.

No que se refere ao papel da Matemática durante a formação de engenharia, a maioria dos entrevistados acredita que ela é uma importante ferramenta no desenvolvimento do raciocínio lógico e demonstraram ainda que tal raciocínio é fundamental para entenderem os conceitos específicos tecnológicos do curso. Como por exemplo, segundo o relato do Engenheiro 3: “*com a Matemática você cria uma forma de raciocinar diferente do que você raciocinava antes*”.

Portanto, de acordo com os estudos de Bazzo e Pereira (2006) e os relatos dos Engenheiros, identifica-se a Matemática como parte fundamental no perfil de formação desse profissional, possibilitando o desenvolvimento de seu raciocínio analítico e o trabalho com as inúmeras variáveis dos diversos campos disciplinares.

Além disso, os profissionais reconhecem o papel instrumental da Matemática na demonstração de conceitos da engenharia, por exemplo, pela utilização dos conceitos de cálculo. Os entrevistados explicitaram que tal compreensão do papel da Matemática se tornou possível após eles passarem pelas disciplinas específicas tecnológicas ou após a conclusão do curso, no trabalho, visto que, como citado anteriormente, nas disciplinas de Matemática no início do curso não houve a contextualização dos conteúdos. A importância creditada à Matemática durante a graduação pelos profissionais pode ser verificada nos relatos a seguir:

[...] Tem momento que você precisa saber mesmo como desenvolver a ferramenta e tem momento para o raciocínio, a partir daí você cria



uma forma de raciocinar diferente do que você raciocinava antes, um complemento a outra. A disciplina, por exemplo, a termodinâmica, tem um problema, como que eu consigo resolver? Eu só consigo resolver buscando aquele conceito da Matemática, se eu não sei aquele conceito de matemática eu não consigo, aí eu acho que a disciplina (técnica) que mudou a forma como eu via a matemática. (Engenheiro 6)

Quanto ao uso da Matemática nas explicações dos conceitos específicos tecnológicos do curso, os entrevistados reconhecem o seu emprego em muitas aplicações. A forma como a Matemática é empregada na explicação desses conceitos variou entre o professor da disciplina específica apenas citar o conceito matemático que estava sendo utilizado sem demonstrações, acreditando que toda turma já possuía tal conceito e, ainda, alguns professores que demonstravam todo conceito matemático utilizado a fim de revisar com a turma e facilitar a compreensão dos conceitos específicos tecnológicos a serem trabalhados.

A formação do Engenheiro deve atender os princípios da Educação Tecnológica e integrar-se à Educação Matemática para que os alunos sejam capazes de prever os comportamentos físicos, a análise e a reflexão, baseados na lógica desenvolvida pelas estratégias matemáticas e apoiada pelos conteúdos específicos tecnológicos.

3.2. O papel da Matemática no Trabalho do Engenheiro

Neste item, buscaram-se levantar junto aos entrevistados o papel da Matemática em seus relatórios e projetos, na utilização de tabelas e gráficos, as dificuldades na realização de determinada tarefa que demandava algum conhecimento matemático e como avaliam o seu desenvolvimento em Matemática desde que passaram a atuar em suas funções, após a formação nos respectivos cursos.

Os Engenheiros entrevistados relataram o uso da Matemática como ferramenta de trabalho, por exemplo, na utilização da Estatística na demonstração de um plano de investimentos e prestação de contas dos setores das empresas em que trabalham. Também foi citada a utilização de análises gráficas e tabulações no dia-a-dia a fim de tornar as informações trabalhadas mais acessíveis visualmente para os colegas de trabalho, os engenheiros não só executam as tabulações e os gráficos de acordo com as informações dos setores como também fazem as análises gráficas e tabelas, o que segundo eles seria inviável sem o conhecimento matemático específico.

Houve ainda relatos do uso de uma Matemática mais “avançada” quando atuam em alguns setores, como é o caso do relato de um Engenheiro Metalúrgico:

[...] Quando você entra numa termodinâmica e lá você vai deparar com alguma coisa mais pesada de Matemática, uma derivada, uma integral [...] e isso faz muito parte do meu dia-a-dia também, desde uma Matemática mais simples até a mais avançada [...] (Eng. 6)

O relato de um engenheiro, coordenador de projetos de uma das empresas pesquisadas, com 25 anos de experiência, mostra a relação do engenheiro com a Matemática na execução de suas funções e atende as Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia CNE/CES (11/2002) e coerente aos estudos de Bazzo e Pereira (2006), quando afirmam que dominar a matemática não é uma opção e sim uma preocupação fundamental para quem quer dispor de uma das ferramentas mais importantes e potentes para solucionar problemas de engenharia.



[...] Então, o dia inteiro você respira matemática, você só fala em números na área de engenharia, o engenheiro não consegue traduzir o pensamento dele se não tiver um pedaço de papel, um lápis para rabiscar uns números e algumas coordenadas para sintonizar no tempo e no espaço, a aplicação da matemática é 24 horas no seu trabalho. Se você olhar para o equipamento tudo que é geométrico nele parte de uma definição matemática. (Engenheiro 9)

Os engenheiros creditam à Matemática o desenvolvimento do raciocínio lógico funcionando como ferramenta de apoio de decisão pela sua aplicação nas tarefas diárias. Esses profissionais relatam a melhora no raciocínio pelas análises realizadas com o instrumental matemático que possibilitam a resolução dos problemas do trabalho pela utilização da lógica de pensamento matemático e o estabelecimento de um padrão técnico. A resolução dos exercícios quando da graduação em engenharia e os problemas diários do trabalho que demandam a Matemática foi apontada como responsável pelo desenvolvimento do raciocínio lógico que, segundo os profissionais, se trata de fundamental para o engenheiro:

Os entrevistados afirmam que o desenvolvimento do raciocínio lógico pode ser considerado um dos fatores que torna o engenheiro um profissional diferenciado dentro da estrutura organizacional da empresa, além de sua capacidade de sistematização, estes fatores seriam os responsáveis pela ascensão profissional do sujeito possibilitando almejar melhores condições de trabalho e melhores salários. O que remete aos estudos de Bazzo e Pereira (2006) sobre as qualidades desejáveis de um profissional de engenharia, entre eles, o seu raciocínio analítico e o senso crítico apurado.

Assim como nos estudos de Bazzo e Pereira (2006), a resolução de problemas do trabalho com o apoio do instrumental matemático, operações e conceitos, também foi demonstrada pelos entrevistados como parte fundamental do trabalho dos engenheiros:

[...] Ela é muito importante para você enxergar o problema, organizar de uma forma clara e estruturada, e ela também é uma ferramenta muito importante para resolver problemas. Como ferramenta ela está presente nos algoritmos, na elaboração de softwares e simulação de problemas pelo computador. (Engenheiro 1)

Pela atuação profissional de cada engenheiro, foi solicitada uma crítica quanto ao conteúdo matemático trabalhado na graduação. Objetiva-se, através desse item, obter contribuições para as discussões que envolvem o processo de ensino e aprendizagem das disciplinas matemáticas nos cursos de engenharia.

Entre os relatos destaca-se o fato dos professores de Matemática na graduação em engenharia se preocupar com a demonstração dos conteúdos pelos teoremas e axiomas matemáticos, com a rigidez matemática, sem favorecer a aplicação da Matemática nos problemas de engenharia o que, para os alunos, causaria a desmotivação, dificultando a aprendizagem da matéria, para os entrevistados aqueles professores que partiram para o ensino pelas aplicações da Matemática na engenharia obtiveram um melhor aproveitamento.

Segundo os engenheiros, a atuação profissional nas empresas possibilitou reconhecerem a importância da Matemática no trabalho diferente da graduação que não possibilitou a contextualização dos conteúdos:

[...] eu acho que ela é um pouco distante da realidade, quando a gente tem uma matemática, é até o que a gente procura nos cursos hoje, nossos aqui, quando você está aprendendo uma coisa e você sabe para que está aprendendo, você aprende com outro intuito.



Então eu acho que eles pecam muito na graduação. Então está muito distante da realidade, quando você passa para o ciclo profissional você tem essa noção, por exemplo, o professor fala que vai utilizar uma integral tripla, então eu estou entendendo agora para quê eu aprendi aquilo. Se pudesse integrar a matemática com as outras disciplinas seria muito bom. (Engenheiro 5)

Pelos relatos obtidos com os Engenheiros podemos constatar os estudos de Bazzo e Pereira (2006), quando determinam que aprender Matemática é uma preocupação fundamental para solucionar problemas de engenharia.

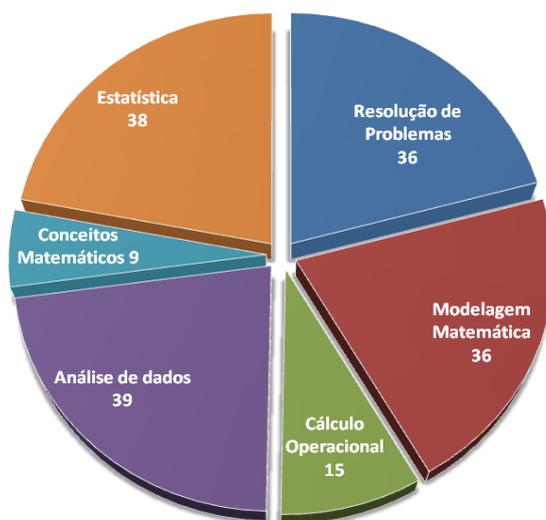
3.3. As Estratégias de Matemática utilizadas no trabalho

De acordo com a atividade profissional de cada um dos engenheiros investigados, solicitou-se que apontassem, entre as opções oferecidas na entrevista, a estratégia de Matemática mais utilizada no trabalho, de acordo com as seguintes opções: Análise de dados, Cálculo Operacional, Conceitos Matemáticos, Estatística, Modelagem Matemática, Resolução de Problemas. Para a análise dessa categoria elaborou-se um sistema de pontuação para cada estratégia, desde a mais utilizada até a não utilizada ou não citada por cada profissional entrevistado.

De acordo com as respostas, atribuíram-se pontos conforme a escala a seguir: 6 pontos para a estratégia mais utilizada pelo profissional, 5 pontos para a estratégia utilizada em 2º lugar, 4 pontos para a estratégia utilizada em 3º lugar, 3 pontos para a estratégia utilizada em 4º lugar, 2 pontos para a estratégia utilizada em 5º lugar, 1 ponto para a estratégia menos utilizada, 0 ponto para a estratégia não utilizada ou não citada.

Ao final das entrevistas com os Engenheiros foram feitas as somas da pontuação de cada estratégia a fim de identificar a mais utilizada bem como aquela menos utilizada. A pontuação de cada estratégia é apresentada no gráfico 1(um) a seguir:

GRÁFICO 1 – Estratégias Matemáticas mais utilizadas no trabalho por Engenheiros



Fonte: elaborado pelo autor desse artigo

Assim identifica-se a Análise de dados juntamente com a Estatística como estratégias matemáticas mais utilizadas pelos Engenheiros no trabalho, entretanto, verifica-se que a



Resolução de Problemas e a Modelagem Matemática também tiveram pontuação semelhante, o que aponta o uso dessas quatro ferramentas no apoio aos profissionais na execução de suas atividades diárias.

Os resultados obtidos estabelecem uma ligação com os estudos de Bazzo e Pereira (2006) sobre a formação do Engenheiro, quando definem a necessidade de preparar esse profissional adotando a resolução de problemas como forma de desenvolver sua capacidade de análise e síntese. Integram-se também às Diretrizes Curriculares para os cursos de Engenharia (CNE/CES 11/2002), quando apontam como competência a ser desenvolvida na formação do Engenheiro a capacidade de aplicar conhecimentos matemáticos, formulando e resolvendo problemas de engenharia.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os Engenheiros entrevistados reconhecem a Matemática como responsável pelo desenvolvimento do raciocínio lógico que funciona como ferramenta de apoio de tomada de decisão nas tarefas diárias. Esses profissionais relataram a melhora no raciocínio pelas análises realizadas com o instrumental matemático possibilitando a resolução dos problemas do trabalho e o estabelecimento de um padrão técnico.

Identificou-se que o desenvolvimento do raciocínio lógico pode ser considerado um dos fatores que torna o Engenheiro um profissional diferenciado dentro da estrutura organizacional da empresa, além de sua capacidade de sistematização. Pelos dados obtidos e analisados, também se identificou que dominar a Matemática é uma competência do Engenheiro, especialmente na resolução de problemas, como é proposto pelas Diretrizes Curriculares de Engenharia (CNE/CES, 11/2002), quando afirma que os egressos desses cursos devem ter competências e habilidades para aplicar, entre outros, conhecimentos matemáticos à engenharia, identificando, formulando e resolvendo problemas.

Um resultado importante a ser apontado é com relação à postura de alguns professores que lecionam disciplinas Matemáticas nos cursos de Engenharia. Constatou-se pelas entrevistas realizadas a insatisfação dos profissionais com docentes das disciplinas matemáticas que não se preocuparam com o nível de conhecimento prévio dos alunos, considerado um fator que não favoreceu a aprendizagem e podendo ter causado a evasão dos cursos. Outro fator de desmotivação seria a falta de contextualização das disciplinas de Matemática, no início do curso, com os conceitos tecnológicos específicos que estavam por estudar. Os engenheiros, nos seus depoimentos, declararam que não conseguiam, como estudantes, estabelecer um elo entre o conteúdo de Matemática estudado e as demais disciplinas dos cursos, bem como o que iriam encontrar quando fossem atuar no mercado de trabalho.

Finalmente, os dados da pesquisa apontam para a necessidade de criação de ambientes favoráveis à aprendizagem que motivem os alunos para trabalharem com as questões tecnológicas que envolvem o domínio da Matemática.

Pelos resultados obtidos nesta pesquisa, espera-se contribuir para a melhoria da formação profissional tecnológica de engenheiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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



BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Classificação Brasileira de Ocupações**. 3.ed. Brasília: MTE, SPPE, 2010. v.1. 828p.

CABRAL, Tânia Cristina Baptista; BALDINO, Roberto Ribeiro. O ensino de matemática em um curso de engenharia de sistemas digitais. IN: CURY, H. N. (Org.) **Disciplinas Matemáticas em cursos superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 293-349.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES 1362/2001**, aprovado em 12 de dezembro de 2001. Assunto: Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia. Diário Oficial da União. Brasília/DF, 25 de fevereiro de 2002. Seção 1, p. 17.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução CNE/CES 11/2002**, aprovado em 11 de março de 2002. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Diário Oficial da União, Brasília/DF, 9 de Abril de 2002. Seção 1, p. 32.

LAUDARES, J. B. **A formação do engenheiro em duas instituições mineiras**: o CEFET-MG e o IPUC- MG. 1992. Dissertação (Mestrado em Tecnologia) – Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte.

SOARES, Eliana Maria do Sacramento; SAUER, Laurete Zanol. Um novo olhar sobre a aprendizagem de matemática para a engenharia. IN: CURY, H. N. (Org.) **Disciplinas Matemáticas em cursos superiores**: reflexões, relatos, propostas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2004. p. 293-349.

SOUZA, Antônio Cláudio Gomes de; PINTO, Danilo Pereira; PORTELA, Júlio César da Silva. Lei de Diretrizes e Bases da Educação e Diretrizes Curriculares Nacionais para a Engenharia. IN: PINTO, Danilo Pereira; OLIVEIRA, Vanderli Fava de; NUNES, Roberta Cavalcanti Pereira. **Educação em engenharia**: evolução, bases e formatação. Juiz de Fora: Fórum Mineiro de Engenharia de Produção – FMEPRO Editora, 2010. 232p.

MATHEMATICAL SKILLS AND ABILITIES IN THE WORK OF ENGINEERS INDUSTRY

Abstract: *This paper presents results of a research carried out at the Masters Program in Technology Education CEFET-MG and in the context of the performance of researchers in the Research Group on Education and Vocational Training - FORQUAP the same institution. This paper presents the results of the study skills and math skills in the work situation of engineers in the industrial sector. This was a qualitative study in which the method was the realization of semi-structured interviews with engineers from businesses in the metropolitan region of Belo Horizonte /MG. The results identified the mathematical knowledge present in the practice of these professionals to understand the different ways of doing and thinking about mathematics in this context, collaborating with possible repercussions for academic training of these professionals*

Key-words: *Skills and Math Skills, Engineers Industrial Sector, Technological Education.*