

AS FUNÇÕES REAIS NO CICLO PROFISSIONAL DAS ENGENHARIAS MECÂNICA E DE PRODUÇÃO

THE REAL FUNCTIONS IN THE PROFESSIONAL CYCLE OF MECHANICAL AND PRODUCTION ENGINEERING

Ueslen Bresolin Batista¹ 

Fabiana Andrade² 

Ana Luísa Carvalho Furtado³ 

Resumo

O percentual de reprovações nas disciplinas iniciais de Matemática e a evasão nos cursos de Engenharia no Brasil leva à investigação de possíveis ações para melhorias no ensino de Matemática, como a elaboração de um material didático inovador para o ensino de Funções Reais. Como parte de um projeto, e para favorecer o processo de aprendizagem, é necessário compreender o papel de cada conteúdo (o que e como cada conteúdo é ensinado) no contexto das Engenharias Mecânica e de Produção. O objetivo geral desta pesquisa é investigar a importância das diferentes Funções Reais na formação inicial de um Engenheiro. Como percurso metodológico desenvolvemos e aplicamos dois formulários para analisar, respectivamente, as perspectivas de discentes e docentes sobre o uso das Funções Reais. A partir de um tratamento estatístico dos dados coletados, investigamos em quais momentos da graduação as Funções Reais se fazem necessárias e quais os tipos de funções têm destaque. Percebemos um menor uso das Funções Reais no ciclo profissional dos cursos de Engenharia, quando comparado ao uso das mesmas funções no ciclo básico. Identificamos, também, a importância das funções Afim, Quadrática, Exponencial e Logarítmica para ambos os cursos de Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica.

Palavras-chave: Funções Reais. Ensino de Matemática no Ensino Superior. Engenharia Mecânica. Engenharia de Produção.

Abstract

The high rates of course failure in introductory Mathematics subjects and student attrition in Brazilian engineering programs have motivated investigations into strategies for improving Mathematics education, including the development of innovative instructional materials for teaching Real Functions. As part of this broader initiative, understanding the role of each mathematical topic—what is taught and how it is taught—in the context of Mechanical and Production Engineering programs is essential to support meaningful learning. This study aims to investigate the relevance of different types of Real Functions in the early education of engineering students. To achieve this objective, two questionnaires were designed and administered to examine the perspectives of both students and instructors regarding the use of Real Functions throughout the undergraduate curriculum. Statistical analyses of the collected data were conducted to identify when these functions are most frequently applied during the degree program and which function types are considered most relevant. The findings indicate that Real Functions are used less frequently during the professional stage of engineering programs than during the foundational stage. Furthermore, affine, quadratic, exponential, and logarithmic functions were identified as the most important function types for both Mechanical Engineering and Production Engineering curricula.

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ - ueslenbresolin@gmail.com - <http://lattes.cnpq.br/8216885744666805> - <https://orcid.org/0000-0001-6829-6360>

² Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ - bia.proformat@gmail.com - <http://lattes.cnpq.br/1071636747926065> - <https://orcid.org/0000-0003-4117-8131>

³ Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca CEFET/RJ - ana.furtado@cefet-rj.br - <http://lattes.cnpq.br/8610194523995701> - <https://orcid.org/0000-0001-9062-9379>

Key-words: Real Functions. Math Teaching in Higher Education. Mechanical Engineering. Manufacturing Engineering.

Introdução

O ensino de Matemática na graduação é alvo de interesse no Brasil desde que pesquisadores da Educação Matemática no Ensino Superior começaram a ter como foco os resultados insatisfatórios nas disciplinas dos primeiros períodos - com destaque para o Cálculo Diferencial e Integral (CDI). No contexto internacional, Howson, Kahane, Laugnie e Turckheim (1988) já apontavam na década de 1980 que o assunto tem sido objeto de atenção desde a criação da *International Commission on Mathematical Instruction* (ICMI) em 1908. O resultado ruim em CDI impacta nos percentuais de evasão nos primeiros períodos de cursos superiores como as Engenharias, visto que é observado que os índices de reprovação em disciplinas de CDI na USP variavam entre 20% e 75% (BARUFI, 1999) e na UFF, entre 45% e 95% (REZENDE, 2003), por exemplo. Em nossa instituição, essa realidade não é diferente. Os dados de 2017, apontados nas Diretrizes Nacionais Curriculares (DCN) para cursos de Engenharia, instituídas pelo Parecer 2/2019 (BRASIL, 2019) mostram uma evasão dos cursos da ordem de 50% dos ingressantes nos cursos de Engenharia no país.

Uma das causas que tem sido apontada para tamanha evasão são as possíveis dificuldades dos ingressantes em Matemática, porém existem outras, visto que a transição do Ensino Médio para o Ensino Superior em Matemática envolve diversos aspectos cognitivos, sociais, culturais etc. (GUEUDET, 2008). A didática dos professores, aspectos de natureza epistemológica do ensino de Cálculo - de acordo com Rezende (2003) - e as diferenças entre as instituições de ensino médio e ensino superior, também compõem esse fenômeno complexo.

A partir dessa problemática, iniciamos um projeto com o intuito de desenvolver um material didático sobre Funções Reais, que atenda às necessidades dos cursos que possuímos em nossa instituição: Engenharia Mecânica e Engenharia de Produção, tendo em vista que as DCN dos cursos de Engenharia (BRASIL, 2019) estimulam a implementação de políticas de acolhimento que contemplem o nivelamento e o desenvolvimento apropriado de conhecimentos e competências. Nossa motivação inicial foram os debates sobre a adequação dos Projetos Pedagógicos desses cursos ocorridos na instituição de ensino lócus desta pesquisa, o CEFET-RJ Uned Itaguaí. Nessa instituição não é ofertada uma disciplina do tipo Pré-Cálculo, somente tópicos de Funções Reais no início da disciplina de Cálculo e que, frequentemente, são rapidamente revistos durante as primeiras aulas.

Em um levantamento inicial na literatura, identificamos que o Pré-Cálculo é controverso nas

universidades que o adotam, como demonstram Andrade, Esquincalha e Oliveira (2020). Em algumas instituições houve resultados positivos, em geral oriundos de metodologias diferenciadas e uso de tecnologias digitais nas aulas, mas em outras se tornou uma nova problemática, em virtude de reprovações, agora em Pré-Cálculo. Para os autores (*ibid.*) a disciplina por si só não é uma solução para o problema da Transição do Ensino Médio para o Ensino Superior em Matemática, mas pode contribuir positivamente desde que seja conduzida de forma a ressignificar a Matemática básica com vistas ao Cálculo e articulada aos conhecimentos específicos do curso de graduação em que está inserida. Tomamos essas premissas como base para o desenvolvimento do material, bem como alguns objetivos: retomada da formação Matemática básica, adaptação ao meio universitário e produção de sentidos para estudar (BORGES; MORETTI, 2016).

Para melhor dialogar com o campo de atuação dos futuros Engenheiros, entendemos ser necessária a compreensão da importância e papel das Funções Reais nos dois cursos em questão. Ao invés de nos atermos apenas aos documentos, ou seja, os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPC), estruturas curriculares e ementas, nosso foco para este artigo foi compreender como isto ocorre na prática. Dessa forma, como parte do projeto de criação do material didático, desenvolvemos esta pesquisa cujo objetivo foi compreender as visões de professores do ciclo profissional e de seus alunos acerca das Funções Reais nos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção. Para isso, elaboramos dois questionários que foram aplicados *online*, em razão do contexto da Pandemia de Covid-19.

Nossos objetivos específicos são: identificar quais funções são mais abordadas no ciclo profissional dos cursos de Engenharia Mecânica e de Engenharia de Produção da IES a partir da visão dos professores e alunos; reconhecer possíveis diferenças entre o uso das Funções Reais nas disciplinas do ciclo profissional dos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção de acordo com as especificidades da estrutura curricular; e identificar em quais disciplinas e momentos tais funções são estudadas no ciclo profissional.

Assim, esperamos compreender a importância das Funções Reais para o ciclo profissional e a ênfase, se houver, em determinadas categorias de funções, o que contribuirá para elaboração de um material didático que se adeque ao contexto desses cursos, bem como auxiliará na identificação de articulações da Matemática básica com a Engenharia, norteando professores da Matemática que atuam no ensino de Engenharias. Devido às diferenças dos cursos, é importante atentar para as necessidades específicas e realidades profissionalizantes de cada um. Essas especificidades serão exemplificadas em algumas de nossas questões acerca do uso da Matemática básica ao longo dos

dois cursos.

Referencial Teórico

A distância observada entre os profissionais da Engenharia, os profissionais da educação e o estudante universitário é alvo de estudo de autores interessados na melhoria do ensino de Matemática nas Engenharias. Seguindo essa ideia, Gomes (2009) retrata as culturas do Engenheiro e do estudante de Engenharia. As diferenças entre essas duas realidades culturais se apresentam na fala de Engenheiros formados, de alunos e de professores do curso dos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção de uma universidade particular em São Paulo. Esse distanciamento se demonstra negativo quanto ao uso da Matemática. Enquanto os alunos, principalmente os que ingressaram há pouco tempo no curso, aprendem sobre o rigor matemático e conceitos totalmente novos e diferentes dos que vinham sendo apresentados anteriormente, os alunos em fase de elaboração de seus trabalhos de conclusão de curso (TCC), em geral, não utilizam toda a Matemática aprendida, e descobrem que suas análises devem conter aproximações e premissas, afastando-se do que fora construído nos primeiros semestres de curso. Essa diferença de momento, ou cultura, como pontua a autora, também é observada na utilização da Matemática em momentos históricos distintos.

Kent e Noss (2002) discorrem em seu estudo sobre a utilização da Matemática no curso de Engenharia Civil. Os autores abordam a necessidade de mudanças nos conteúdos programáticos de Matemática nos cursos de Engenharia, devido à evolução da profissão e das tecnologias que a envolvem. Os Engenheiros que outrora necessitavam não apenas dos conceitos matemáticos e da visão analítica comum ao Engenheiro, necessitavam também de uma precisão nos cálculos feitos à mão, atualmente se utilizam de *softwares* na prática da Engenharia como ferramentas poderosas. Com o advento de tecnologias digitais, cabe ao Engenheiro uma atividade muito mais analítica do que procedimental, ainda que a capacidade analítica não exima o Engenheiro da necessidade de conhecimentos aprofundados dos processos em que são utilizados os métodos assistivos.

Gomes (2009) indica que cabe aos profissionais do ensino de Engenharia, quer sejam Matemáticos ou Engenheiros, a função de estabelecer pontes que encurtem a distância entre a Matemática e a cultura da sala de aula, e a cultura do Engenheiro e suas aplicações dos conteúdos. Entretanto, o acúmulo de novas tecnologias traz mais conteúdo a ser abordado nos cursos de Engenharia, e novos conteúdos aliados a conteúdos presentes, que possuem carga horária elevada de técnicas obsoletas de cálculos à mão.

Kent e Noss (2002) reforçam a importância da Matemática nos cursos de Engenharia, mas tendem a concordar que a Matemática deve ser “puxada” para dentro do curso como ferramenta,

ao invés de “empurrada” sobre os alunos que veem pouca ou nenhuma conexão com a Engenharia nos primeiros períodos. Também atentam para diferentes usos da Matemática, direto e indireto, que estão envolvidos em diversos momentos da formação.

No Parecer 1/2019, o incentivo institucional para avanços no ensino é presente, e demonstram no que:

Deve-se esclarecer ainda que o estabelecimento de um currículo por competências pressupõe a substituição da lógica da assimilação prévia dos conteúdos –para posterior incorporação e uso–, pela ocorrência concomitante desta com o desenvolvimento de habilidades e atitudes a partir de conhecimentos específicos.” (BRASIL, 2019, p. 26)

Essa lógica da assimilação prévia trata-se do sistema atual de ensino, principalmente na Engenharia, que permeia uma série de pré-requisitos iniciais que pouco mostram a Engenharia aplicada. Isso serve como uma das razões do problema também citado no parecer: “Dos que ingressam, verifica-se que quase a metade desiste do curso, sendo que esta evasão ocorre majoritariamente nos dois primeiros anos do curso, quando a maioria dos cursos oferecem as chamadas disciplinas básicas” (BRASIL, 2019, p. 18). Essas disciplinas contêm a maior parte da Matemática no curso de Engenharia, e são nelas que os alunos reportam pouca conexão com o curso, dificuldades com o aprendizado, e retornam um número maior de reprovações e notas baixas, além da citada evasão do curso. O interesse nas Funções Reais desse estudo tem o intuito de compreender o seu uso para, posteriormente, desenvolver maneiras de encorajar alunos a permanecer no curso e auxiliar o desenvolvimento das competências esperadas para um egresso do curso de Engenharia. Essa é uma forma de agir em prol do acolhimento de alunos com realidades diferentes, diminuindo a ideia explicitada por Santos (2009) e que alguns professores acabam estampando nos cursos de Engenharia, de um “curso que existe para poucos” e que “somente mentes privilegiadas receberão o diploma”.

O aprendizado da Matemática, segundo Schoenfeld (1992), tende a ser confundido como uma memorização de procedimentos, algoritmos e regras, entregues por um especialista. Entretanto, a Matemática se faz cada vez mais importante dentro do cotidiano universitário, principalmente entre cursos de Engenharia, pois aprender Matemática é um processo que se desenvolve ao longo da vida acadêmica, estimulada pela solução de problemas. Segundo o autor, a Matemática é uma ciência de percepção de padrões e ordem, e oferece diferentes pontos de vista e linhas de pensamento, que são poderosas e versáteis ferramentas, além de ser uma atividade de prática social. Essa ferramenta que a Matemática se torna, é parte essencial do poder analítico que os Engenheiros devem possuir atualmente. A capacidade de análise descrita por Kent e Noss (2002) é a tradução do

Pensamento Matemático, desenvolvido ao longo do ensino dos cursos de Engenharia. Entretanto, para tornar a importância da Matemática cada vez mais visível, bem como otimizar o seu aprendizado, é necessário que se altere esta forma de ensiná-la, na qual em geral o professor aplica um método ou algoritmo, repetido diversas vezes em um ambiente sintético até que esse seja memorizado.

Essa mudança da forma em que a Matemática aparece no curso de Engenharia perpassa por uma reestruturação do currículo do curso, bem como a maior representatividade do diálogo entre professores do ciclo básico e profissional. Sacristán (2000) já observava que o currículo do curso é moldado pelos professores dentro da sala de aula, devido aos métodos de ensino, e aos enfoques destinados a determinadas seções das disciplinas.

Portanto, parte importante do nosso trabalho consiste em indicar onde as Funções Reais, e quais delas parecem ser mais relevantes no contexto das Engenharias Mecânica e de Produção, para que seja direcionado um ensino voltado para o aprendizado desses futuros profissionais. Tal ensino deve favorecer o desenvolvimento da análise crítica, utilizando as relações construídas entre as disciplinas básicas e profissionalizantes da Engenharia. O elo da interdisciplinaridade em favor do pensamento matemático dentro dos cursos de Engenharias é o almejado para um ensino que prepara as novas necessidades do egresso, um profissional com elevada análise crítica e que use as ferramentas tecnológicas em seu favor.

Percurso Metodológico

Como sugerem as características apresentadas por Bogdan e Biklen (1994), esta pesquisa se desenvolve com natureza qualitativa. Dentre suas características, nosso trabalho possui um objeto de pesquisa que trata da subjetividade da perspectiva de alunos e professores e inclui o pesquisador como agente de observação e de formulação de respostas ao problema abordado. Apesar de, na pesquisa, utilizarmos uma quantificação para observar algumas tendências, não fazemos uso de métodos estatísticos para obtenção de resultados, visto que os resultados numéricos, somente, não respondem aos problemas motivadores. Nesse sentido, foi necessário, então, observar o processo e priorizar o entendimento da subjetividade envolvida, sabendo que a análise qualitativa é de natureza descritiva, e interpretar os resultados à luz do referencial teórico.

Para a produção de dados, foram elaborados dois questionários: um destinado aos professores e outro aos alunos, ambos contendo termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa. O questionário dos alunos foi aplicado para os matriculados entre o 5º e o 10º período de ambos os cursos de Engenharia e o dos professores, para os que estavam lecionando alguma

disciplina no ciclo profissional no CEFET-RJ Uned Itaguaí. Essa restrição deveu-se a nossa intenção de questionar acerca do ciclo profissional do curso de Engenharias, que começa a partir do 5º período. A escolha de obter os dados por meio de questionários se deu pelo contexto vivido nas Instituições de Ensino Superior brasileiras durante os anos de 2020 e 2021: a pandemia de Covid-19, que impossibilitou o contato presencial entre professores e alunos, sendo o questionário *online* uma possibilidade de contornar as barreiras presentes. Os questionários nos permitiram, também, acessar uma quantidade maior de respostas, quando comparado ao método de entrevistas individuais por teleconferência. O questionário dos professores era identificado e o dos alunos, anônimo, de forma que ficassem à vontade para responder sinceramente aos questionamentos.

O questionário destinado aos alunos continha doze questões, sendo apenas uma com resposta aberta. Os professores, por sua vez, receberam um questionário com dezesseis questões, sendo oito perguntas com respostas abertas. As perguntas de cada questionário eram similares, e versavam sobre o uso do Cálculo e o uso de Funções Reais ao longo da vida acadêmica e, também, especificamente no Ciclo Profissional. Para o escopo deste artigo, analisamos as nove categorias de funções: Afim, Quadrática, Cúbica, Polinomial de grau maior que quatro, Trigonométrica, Modular, Logarítmica, Exponencial e Racional. Optamos por não inserir funções compostas, Inversas Trigonométricas e função raiz para que o questionário não tivesse muitas opções, o que poderia comprometer o entendimento dos respondentes.

Ambos os questionários foram aplicados ao final do segundo semestre de 2020, de forma *online*, à época do Ensino Remoto Emergencial por conta da pandemia de Covid-19. A instituição utilizava a plataforma *Microsoft Teams* e os questionários dos professores foram enviados diretamente para vinte e um professores do ciclo profissional, pela ferramenta *chat* e por uma lista de transmissão do *WhatsApp*, por uma das pesquisadoras. Aos dezessete professores respondentes, solicitamos que compartilhassem o questionário dos alunos nas salas de aula virtuais de suas disciplinas, que eram o único e exclusivo meio de contato acadêmico entre alunos e professores no ano de 2020. Tomamos o cuidado de solicitar que cada aluno respondesse uma única vez o questionário, já que um mesmo aluno poderia recebê-lo em mais de uma sala virtual por cursar várias disciplinas do ciclo profissional.

Para a análise de dados, sistematizamos as respostas do questionário em uma planilha eletrônica, na qual filtramos os dados por curso, relacionamos respostas de alunos e professores e produzimos gráficos com os principais resultados. Quando as diferenças entre os alunos dos cursos eram significativas, apresentamos os Gráficos separados por curso, os quais passamos a discutir na próxima seção. Para confrontar e interpretar alguns dados, voltamos ao referencial teórico e consultamos os Projetos Pedagógicos de ambos os cursos.

Resultados e Discussões

Segundo dados da unidade de ensino, no segundo semestre de 2020, época de coleta de dados da pesquisa, havia um total de 196 alunos ativos de Engenharia Mecânica, e 124 de Engenharia de Produção, a partir do 5º período. Responderam ao questionário 67 estudantes, sendo 44 alunos de Engenharia de Produção e 23 alunos de Engenharia Mecânica, o que representa uma amostra de 20,9% em número absoluto de estudantes, 35,5% do total de alunos de Engenharia de Produção e 11,7% do total de alunos de Engenharia Mecânica. Assim, tivemos uma participação mais representativa dos alunos do curso de Engenharia de Produção, que representam 65,7% dos respondentes.

Dos 21 professores que receberam o questionário, 17 responderam, o que representa uma taxa de resposta de 81%. A maioria tem considerável experiência lecionando disciplinas em cursos de Engenharia, já que 41,2% atuam entre 3 e 6 anos, 23,5% entre 6 e 9 anos e o restante há mais de 9 anos. A maioria (70,6%) leciona exclusivamente no ciclo profissional e um pouco mais da metade demonstra conhecer a realidade de ambos os cursos, já que 52,9% ministram disciplinas tanto na Engenharia Mecânica como na Engenharia de Produção.

As diferentes funções ao longo da formação acadêmica de Engenharia

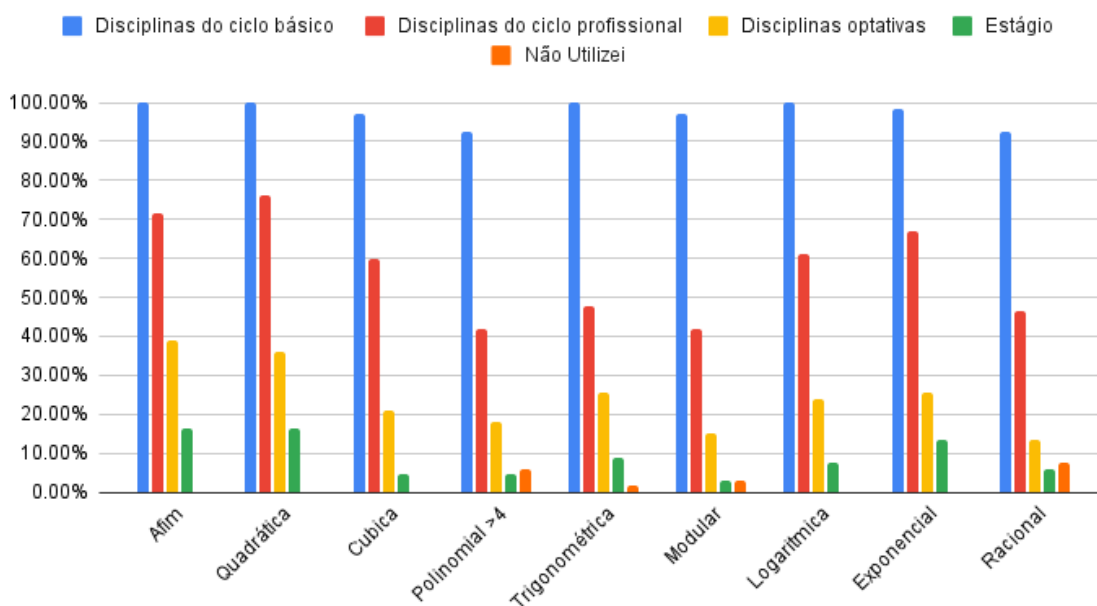
A primeira pergunta diz respeito ao momento do curso em que o aluno utilizou determinado tipo de função real, dentre os nove tipos previamente explicitados. Inserimos uma figura com exemplos de cada uma das funções, para auxiliar os respondentes na identificação. Os alunos poderiam selecionar, para cada função, que as viram durante o ciclo básico, ciclo profissional, disciplinas optativas, estágio ou que não as utilizaram. Mais de uma opção poderia ser selecionada, por exemplo, o aluno A utilizou função Cúbica no ciclo básico, no profissional e no estágio.

As respostas foram revisadas para verificar a existência de possíveis contradições de um mesmo aluno, por exemplo, que respondeu que utilizava um tipo função no ciclo básico e, na mesma resposta, marcou a opção indicando que não utilizava aquela função, já que a pergunta permitia a escolha de mais de uma alternativa de resposta. Nesta etapa, descartamos a resposta de um aluno ao questionário como um todo, por conta de diversas contradições em perguntas distintas.

No Gráfico 1 temos o conjunto de respostas de todos os alunos, o que nos permitiu inferir que as funções são mais utilizadas no ciclo básico, e diminuem consideravelmente sua representatividade no ciclo profissional.

Gráfico 1: Funções Reais ao longo da formação acadêmica na Engenharia, na visão dos discentes.

Funções Reais na Vida Acadêmica



Fonte: Os autores

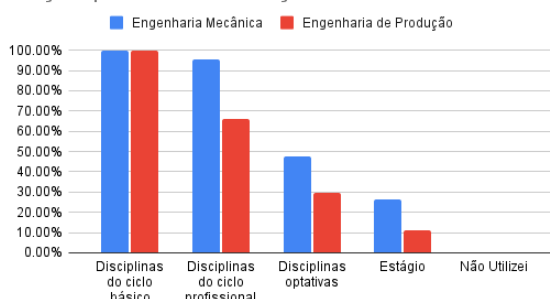
As funções mais utilizadas no ciclo profissional são Quadrática, Afim, Exponencial e Logarítmica, nessa ordem. As Funções Racional e Polinomial de grau maior que 4 obtiveram o maior número de “Não Utilizei”, mas ainda em pequena quantidade, representando, juntas, 13,4% dos alunos. Ademais, parece haver pouco uso nas disciplinas optativas e menos ainda durante o estágio. O uso de todas as funções no ciclo básico foi elevado, como esperado, pois, é no ciclo básico que muitas funções e outros objetos matemáticos são apresentados aos alunos, principalmente nas disciplinas de Cálculo.

Nos Gráficos da Figura 1, comparamos as respostas dos alunos de Produção e de Mecânica sobre cada função para analisar possíveis diferenças ou tendências. Percebemos um maior uso percentual das funções fora do ciclo básico por parte dos alunos de Engenharia Mecânica, especialmente no estágio.

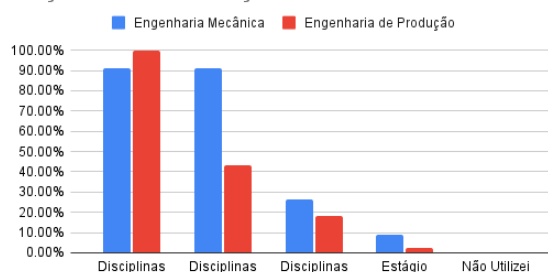
Figura 1: Gráficos comparativos de cada categoria de Função na Engenharia Mecânica e de Produção, na visão dos discentes.



Função quadrática na formação acadêmica



Função cúbica na formação acadêmica



Fonte: Os autores

O uso de Funções Reais no estágio foi analisado separadamente, apesar da resposta ter sido obtida em conjunto com as supracitadas. A separação deveu-se ao fato de que 20,9% dos alunos que responderam ao questionário não terem estagiado. Filtramos, então, os alunos que afirmaram já ter estagiado e, em seguida, analisamos suas respostas quanto ao uso das funções. Dos alunos que já estagiam, 33,3% dos alunos de mecânica e 12,5% dos alunos de produção responderam utilizar as Funções Reais no estágio.

O pouco uso das Funções Reais no estágio nos fez refletir sobre as possíveis causas. É possível que os estagiários podem não participar dos cálculos de Engenharia, por se tratar de uma grande responsabilidade dentro de qualquer processo, bem como podem estar exercendo atividades que exigem uma capacidade mais analítica do que o uso da Matemática direta, concordando com a ideia trazida por Kent e Noss (2002).

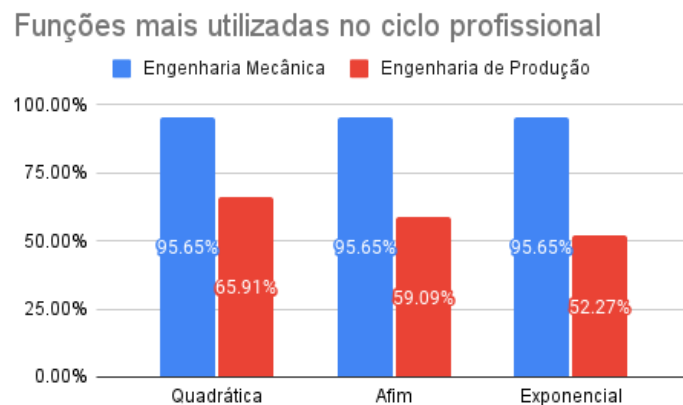
Os estagiários podem estar, ainda, desviados das funções esperadas para um estagiário de Engenharia, como estarem envolvidos em atividades paralelas às atividades de um Engenheiro. Estagiários são frequentemente utilizados em atividades administrativas e burocráticas, que, mesmo podendo compreender parte do cotidiano de um Engenheiro, a utilização de estagiários em tais atividades apenas limita o seu desenvolvimento pleno. Entretanto, não foi o escopo deste estudo verificar o papel e a condução do estágio. Na próxima seção, continuaremos a analisar o Gráficos da Figura 1, porém com foco especificamente nas disciplinas do ciclo profissional de cada curso.

Mapeando as Funções Reais no ciclo profissional

De acordo com o Gráfico 2, identificamos que o número de alunos de Engenharia de Produção que relataram utilizar Funções durante o ciclo básico cai significativamente durante o ciclo profissional, o que não ocorre na Engenharia Mecânica. Na Engenharia de Produção, as três funções mais utilizadas no Ciclo profissional na visão dos alunos são: Quadrática, Afim e Exponencial, nessa

ordem, enquanto na Engenharia Mecânica há um empate entre Quadrática, afim e Exponencial, seguido de outro empate entre Trigonométrica, Cúbica e Logarítmica. De acordo com o Gráfico 2, apenas 65,9% dos alunos de Engenharia de Produção afirmaram utilizar Função Quadrática no ciclo profissional, 59,1% a Função Afim e 52,3% a Exponencial, em contraste com os 100% de uso no ciclo básico. Na Engenharia Mecânica os níveis praticamente se mantêm, com 95,7% para Quadrática, Afim e Exponencial e 91,3% para Trigonométrica, Cúbica e Logarítmica.

Gráfico 2 - Comparativo das três funções mais utilizadas no ciclo profissional, na visão dos discentes.



Fonte: Os autores

Ainda de acordo com a Figura 1, a função menos utilizada pelos alunos de Engenharia de Produção, no Ciclo Profissional, foi a Trigonométrica, enquanto entre os alunos de Mecânica quase a totalidade afirmou utilizá-la. Por sua vez, os alunos de Mecânica disseram usar menos as funções Polinomial de Grau Maior ou igual a 4 e a função Modular no ciclo profissional, mas mesmo as funções menos utilizadas mantiveram proporções maiores de uso do que entre os alunos de Produção. Conjecturamos possíveis explicações para as proporções da percepção do uso de Funções Reais. A utilização da Matemática básica como fundamentação e predecessor do pensamento matemático, o qual é necessário dentro de disciplinas do ciclo profissional, pode ser uma das causas. Tal explicação teria suporte nas ideias trazidas por Schoenfeld (1992), quando indicou a matemática como um processo gradual e contínuo de aprendizado que engloba muito mais do que técnicas e algoritmos de solução de problemas artificiais.

Analisamos as disciplinas lecionadas pelos professores respondentes, para verificar quais eram as áreas do ensino de Engenharia englobadas pelo questionário. Os 17 professores lecionam uma vasta gama de disciplinas do ciclo básico ao ciclo profissional, da área de gestão, projetos, análises computacionais, dentre outras, que compõem a grade curricular das duas Engenharias. Essa

análise foi feita com base na leitura dos PPC das duas Engenharias. Identificamos que as disciplinas lecionadas pelos professores que responderam ao questionário dependem, em sua maioria, de disciplinas já cursadas previamente, os pré-requisitos, muitos desses que surgem no ciclo básico, quando a Matemática básica e as Funções Reais são mais presentes.

Como uma das motivações para o projeto foi a elaboração de um material didático que diminua a distância entre o ciclo básico e o profissional, decidimos investigar as disciplinas em que ambos, professores e alunos, afirmam haver o uso de Funções Reais. No questionário aplicado a alunos e professores, havia um campo para que os professores e alunos indicassem quais disciplinas cursadas ou lecionadas eles mais recordam acerca do uso de Funções Reais.

As duas disciplinas mais referenciadas pelos alunos foram Pesquisa Operacional e Vibrações Mecânicas, na Engenharia de Produção e Mecânica, respectivamente. A opinião dos professores dessas disciplinas converge com a dos alunos. Essas disciplinas compõem as áreas de Engenharia de Operações e Processos da Produção, Sistemas Mecânicos e Termociências. Esse foi um dado importante para a pesquisa, para que os professores de Matemática do ciclo básico saibam onde as Funções Reais são mais presentes e possam nortear contextualizações de problemas matemáticos. Uma maior concordância entre os professores dos ciclos profissional e básico é importante para uma melhor articulação entre a cultura da sala de aula e a cultura do Engenheiro, em contrapartida à distância apontada por Gomes (2009).

As diferentes Funções Reais na prática de ensino

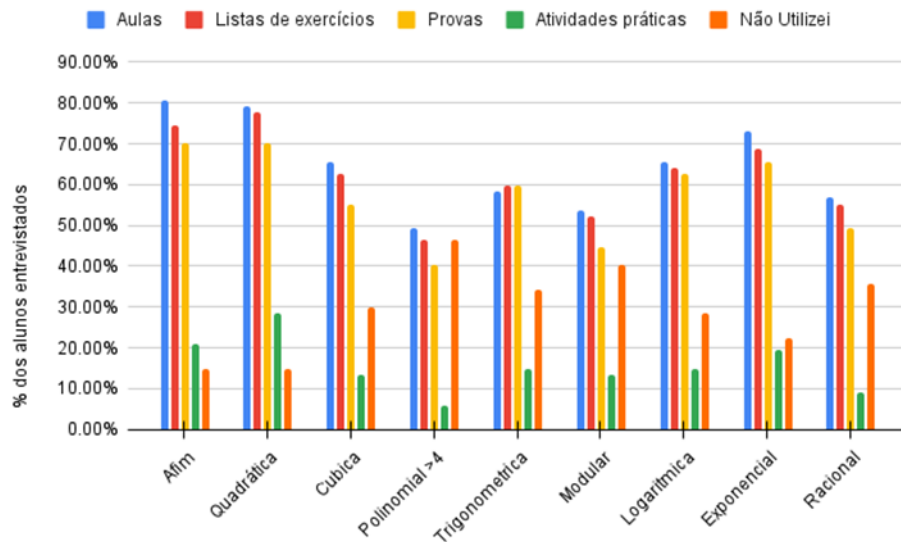
Para compreender em que momento as Funções Reais poderiam ser apresentadas em sala de aula, a saber, como fundamentação, ou se estavam presentes em questões de prova – que estariam relacionadas com a importância do assunto para determinada disciplina – ou em trabalhos práticos, como atividades em laboratórios, questionamos os alunos, especificamente, sobre as Funções Reais apenas no ciclo profissional, perguntando como tais funções são utilizadas, e se são utilizadas. Novamente, era possível marcar mais de uma opção, ou seja, utilizar Funções Reais nas aulas e em provas.

No Gráfico 3, observa-se que o uso das funções é sempre maior nas aulas, seguido de exercícios e provas, sendo pouco utilizadas nas atividades práticas. As atividades práticas são aquelas em que se apresenta aos alunos maquinários, *softwares*, sistemas e equipamentos, logo compõem parte crucial no curso de Engenharia.. O contato com alguns itens citados é inédito para muitos alunos, e além da responsabilidade envolvida, é necessário atentar para que todos os alunos possuam, ao final, o conhecimento básico sobre as atividades práticas da disciplina. É possível que de fato não seja

objetivo destas atividades práticas exigir conhecimentos teóricos matemáticos, tendo outros enfoques inerentes as suas especificidades.

Gráfico 3 – Percepção dos alunos sobre as Funções Reais na prática de ensino no Ciclo Profissional

Funções Reais no Ciclo Profissional - Discente

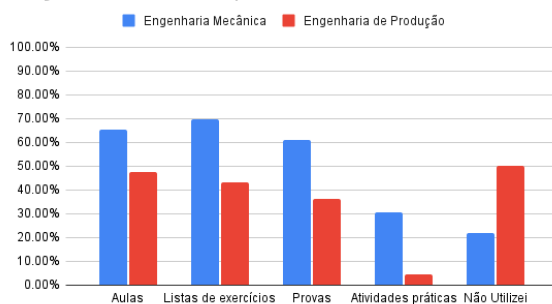


Fonte: Os autores

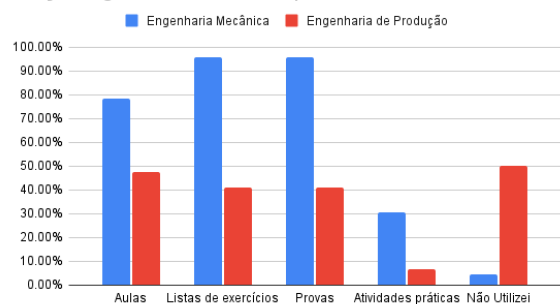
Na Figura 2, apresentamos os Gráficos separados por curso:

Figura 2 – Gráficos comparativos dos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção na prática de Ensino, na visão dos discentes.

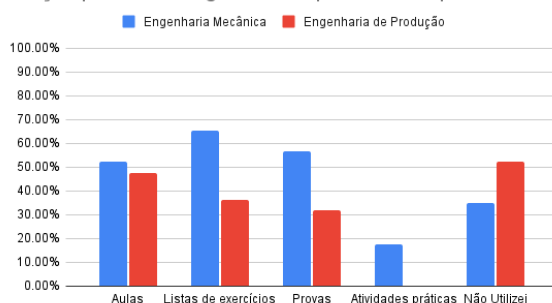
Função modular no ciclo profissional



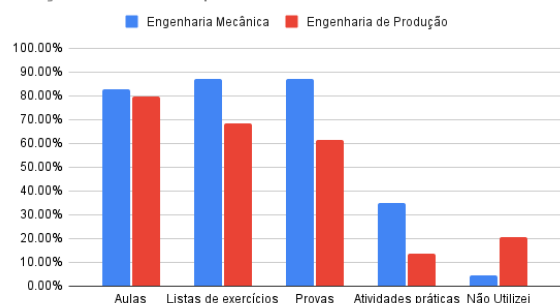
Função trigonométrica no ciclo profissional



Função polinomial de grau maior que 4 no ciclo profissional

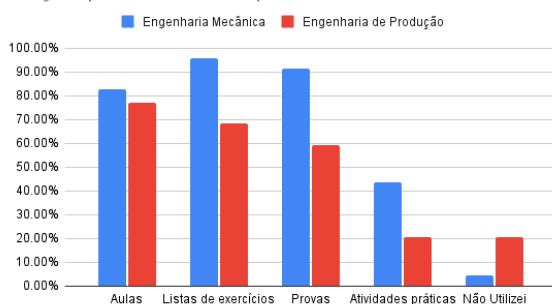


Função afim no ciclo profissional

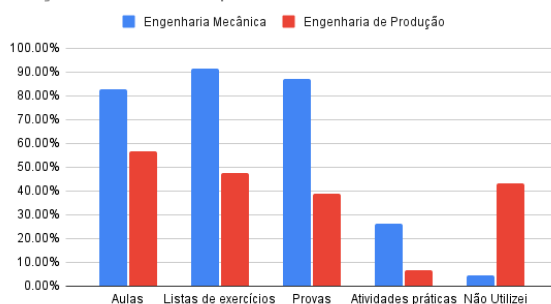


AS FUNÇÕES REAIS NO CICLO PROFISSIONAL DAS ENGENHARIAS MECÂNICA E DE PRODUÇÃO

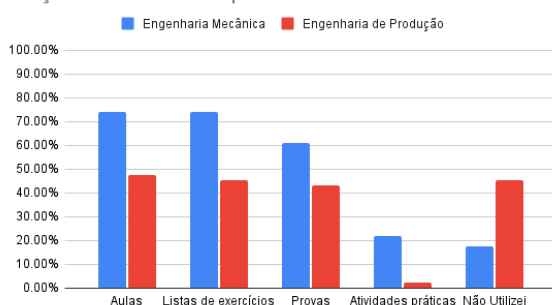
Função quadrática no ciclo profissional



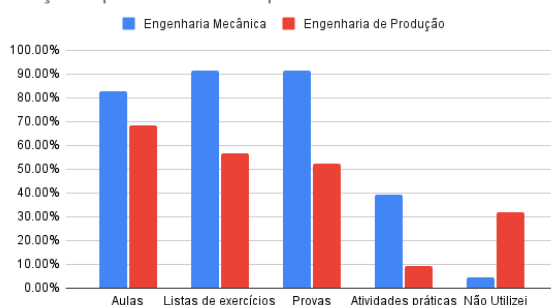
Função cúbica no ciclo profissional



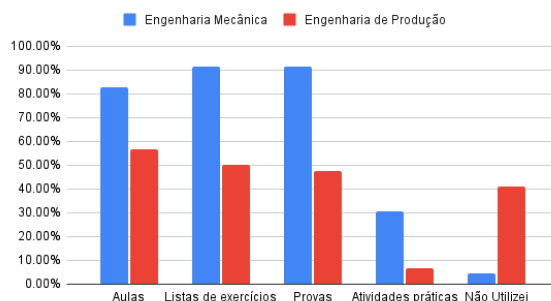
Função racional no ciclo profissional



Função exponencial no ciclo profissional



Função logarítmica no ciclo profissional



Fonte: Os autores

Os alunos de Engenharia de Produção têm pouca percepção do uso prático das Funções Reais no ciclo profissional. Tal fato corrobora o apresentado por Kent e Noss (2002), em entrevista com Engenheiros Civis atuantes da profissão, os quais alegam certo “abandono” da Matemática aprendida e revista durante o ciclo básico na prática profissional. Para os nossos alunos da Engenharia de Produção, o maior uso das funções está presente nas aulas, embora mais da metade alega não utilizar determinada função no ciclo profissional, exceto pelas funções Afim, Quadrática, Exponencial e Logarítmica.

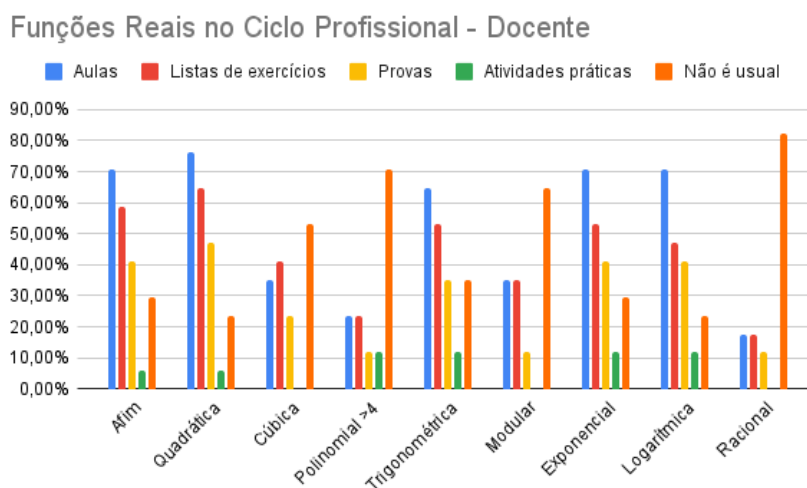
Entretanto, os alunos de Engenharia Mecânica não apresentaram tal tendência. Apesar de os alunos demonstrarem que não utilizam as Funções Reais em laboratórios, o percentual de alunos que alegou não utilizar determinada função no ciclo profissional é pequeno quando comparamos com os alunos de Produção, bem como utilizaram mais em provas e listas de exercícios, sugerindo uma maior percepção da importância das Funções Reais para as disciplinas do ciclo profissional na Engenharia

Mecânica.

Porém, este resultado não pode ser analisado isoladamente. A aprendizagem dos alunos pode ter interferências psicológicas e sociais, e podemos exemplificar diversos fatores que fogem ao domínio dos educadores e são causas de possíveis distorções na compreensão do conteúdo e do curso que o aluno participa. Alunos fatigados por jornadas de trabalho e estágio, alunos desmotivados com o curso, alunos com dificuldades particulares. Todas essas razões podem evitar que os alunos estejam favoráveis à aprendizagem dos conteúdos ministrados. Essas distorções se aliam às causas já citadas, como uso de modelos simplificados, *softwares* e fórmulas “mágicas” e podem esconder a Matemática básica (e a Matemática de forma geral) da visão do aluno.

Essa é mais uma razão que justifica a importância da opinião dos professores em nossa pesquisa. Os professores entrevistados responderam a perguntas similares aos alunos, para que pudéssemos estabelecer algum tipo de relação entre as respostas de discentes e docentes. Juntamente aos alunos, que foram questionados sobre a etapa da disciplina em que lhe foi mostrado o uso de Funções Reais, os professores sinalizaram em qual etapa de suas disciplinas utilizam cada tipo de função real, o que apresentamos no Gráfico 4.

Gráfico 4- Percepção dos professores sobre as Funções Reais na Prática de Ensino no ciclo profissional



Fonte: Os autores

Um dos resultados mais interessantes desta investigação foi a resposta dos professores, que parecem corroborar a visão dos alunos, de que as Funções Reais não são completamente utilizadas no ciclo profissional. Na visão dos professores, as funções mais utilizadas estão de acordo com a visão dos alunos: Quadrática, Logarítmica, Exponencial e Afim, e as menos utilizadas também: Polinomial de Grau Maior ou Igual a quatro e Racional. Dos nove tipos de funções questionadas, quatro delas obtiveram a maior resposta sendo “não é usual” por parte dos professores.

De acordo com o Gráfico 4, nenhuma das funções, nem mesmo funções simples como Afim e Quadrática, foram completamente utilizadas no ciclo profissionalizante, seja em aulas, exercícios, provas ou laboratórios. Além disso, laboratórios se mostraram novamente como a menor parcela de utilização das funções em todos os tipos de funções, nos indicando um distanciamento entre a prática do Engenheiro e a Matemática básica. Nesse sentido, Gomes (2009) sinalizou o pouco uso da Matemática em geral nos TCC dos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção, indicando muitas vezes uso de modelos prontos e *softwares*. Como o resultado retrata a opinião de entrevistados, outra causa pode ser a utilização de outro objeto matemático senão as Funções Reais – como equações diferenciais –, tendo em vista que indicar o não uso das funções não necessariamente indica o desuso da Matemática básica como um todo.

As particularidades do uso das funções nos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção

O menor uso das Funções Reais no Ciclo Profissional da Engenharia de Produção, nos levou a investigar os PPC dos cursos. O Objetivo foi examinar a estrutura curricular do ciclo profissional, pois o uso da Matemática básica poderia estar relacionado à natureza das disciplinas de cada curso.

A partir dos documentos, verificamos uma maior concentração de conteúdos matemáticos nas ementas no curso de Engenharia Mecânica. Apesar da menor presença da Matemática, contendo cálculos e demonstrações, as disciplinas presentes no ciclo profissional da Engenharia de Produção são preenchidas por conteúdos que não parecem enfatizar os conteúdos específicos de Matemática. A exemplo disso podemos conferir as duas áreas da ABEPRO (Associação Brasileira de Engenharia de Produção) mais contempladas com carga horária no curso de Engenharia de Produção: Engenharia de Operações e Processos da Produção, e Engenharia Organizacional. Apesar de gestores muitas vezes não precisarem calcular e demonstrar provas Matemáticas ao longo de suas carreiras, podemos verificar que a Matemática constitui uma base importante para o raciocínio lógico e o desenvolvimento não somente do raciocínio lógico, mas também da análise crítica. Segundo Schoenfeld (1992), a Matemática é mais um tópico sobre ideias e processos mentais do que um tópico sobre problemas reais; e o principal objetivo de estudar Matemática é desenvolver habilidades de raciocínio para a resolução de problemas.

O maior envolvimento do Engenheiro de Produção com as áreas de Gestão e Administração podem explicar as razões pelas quais o rigor matemático decai no ciclo profissional do curso de Engenharia de Produção. Entretanto, os Engenheiros Mecânicos são, geralmente,

responsáveis pelos sistemas mecânicos, que envolvem áreas da Física e Química intimamente ligadas à Matemática, o que seria uma explicação plausível para um percentual maior de utilização das Funções Reais entre os alunos de Engenharia Mecânica.

Além disso, a exposição do Engenheiro mecânico aos cálculos durante projetos e operações é geralmente maior do que a exposição dos Engenheiros de Produção. Esse uso de outras áreas da Matemática como o pensamento matemático e a modelagem matemática é tratado em Gomes (2009), mostrando como parte da cultura do Engenheiro é o ato de utilizar a Matemática desenvolvida, mesmo que não diretamente. Entretanto, para o nosso objetivo de avaliar o uso das Funções Reais a partir das perspectivas de alunos e professores e da verificação da estrutura curricular do curso, inferimos um menor rigor matemático em disciplinas cujo objetivos maiores são ensinar a gestão de pessoas, produtos e operações.

A maior utilização das Funções Reais, por parte dos alunos de Engenharia Mecânica, também não é indicativa da aplicabilidade dos rigorosos procedimentos matemáticos desenvolvidos no ciclo básico dentro do ciclo profissional. Mesmo com disciplinas profissionalizantes que necessitem do uso de Funções Reais a até mesmo Derivadas e Integrais, muitos cálculos podem ser simplificados, aproximados ou realizados por alguma tecnologia assistiva, como softwares e soluções numéricas, o que corrobora ao identificado por Kent e Noss (2002), indicando que a Matemática pode ter uso direto e indireto nos cursos de Engenharia, e este último muitas vezes se deve aos softwares utilizados.

Apesar disto, é fundamental e necessário que os alunos estudem as funções reais no início da graduação para compreender os conceitos de disciplinas específicas. Mesmo que existam profissionais da Engenharia que deixaram de utilizar áreas específicas da Matemática em suas carreiras, a fundamentação matemática é conhecida. E mesmo em aplicações que não permitem aproximações, a fundamentação é exigida para se trabalhar com métodos numéricos e computacionais na solução dos problemas. Parte fundamental dessa Matemática básica nos cursos de Ciências Exatas se dá por meio das Funções Reais, como já relataram Andrade, Esquincalha e Oliveira (2020). Além de ser um passo importante para a compreensão de Derivadas e Integrais, o aprendizado de Funções Reais contribui para o desenvolvimento do raciocínio matemático e progressos nas disciplinas Matemáticas do ciclo básico, bem como proporcionar situações de articulação de tais funções a conhecimentos específicos dos Engenheiros.

Considerações Finais

Como parte do projeto de criação de um material didático sobre Funções Reais, nosso objetivo para este artigo foi compreender as visões de professores do ciclo profissional e de seus alunos acerca das Funções Reais no ciclo profissional dos cursos de Engenharia Mecânica e de Produção. Como principais resultados, identificamos as funções Quadrática, Afim e Exponencial, nessa ordem, como sendo as mais utilizadas no ciclo profissional, tanto no ciclo profissional do curso de Engenharia Mecânica, quanto na Engenharia de Produção. Para os alunos de Engenharia de Produção, as três funções mais utilizadas aparecem durante as aulas, seja como fundamentação teórica ou como dedução de equações e conceitos utilizados, enquanto na Engenharia Mecânica as três funções aparecem mais em listas de exercícios e provas, mas também aparecem durante as aulas.

Como também era objetivo do estudo, identificamos as disciplinas com maior percepção do uso de Funções Reais, sendo elas Pesquisa Operacional, em Engenharia de Produção, e Vibrações Mecânicas, em Engenharia Mecânica. A identificação dessas disciplinas favorece o diálogo entre o ciclo básico e o ciclo profissional, para favorecer a articulação entre os conteúdos de Matemática do ciclo básico com os do ciclo profissional nos cursos de Engenharia. Entendemos, a partir da literatura, que a Matemática necessita ser mais conectada com o campo de atuação do Engenheiro, seja por meio de metodologias como a solução de problemas, ou através de reestruturações curriculares, priorizando a conexão de conteúdos necessários ao curso concomitantemente aos conhecimentos específicos do curso de Engenharia.

Metodologias de ensino, não somente das Funções Reais, mas também da Matemática básica e superior, que possam ser implementadas na realidade das Instituições de Ensino Superior brasileiras são desafios que podem motivar estudos posteriores. Portanto, indicamos que é importante conduzir estudos que visem articular a Matemática do ciclo básico e ciclo profissional, bem como as metodologias que podem favorecer tal articulação.

Ademais, conforme Kent e Noss (2002), refletir sobre a Matemática nos cursos de Engenharia perpassa a reflexão sobre que tipo de Engenheiro pretendemos formar, frente às novas exigências de um mundo informatizado e globalizado. Com isso, questionamentos acerca da otimização do uso tecnológico e do tempo disponível entre professores e alunos se tornam, também, importantes no horizonte futuro do ensino das universidades brasileiras.

Agradecimentos

Agradecemos ao CEFET/RJ pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e ao programa

CNPq/PIBIC pelo financiamento do projeto de pesquisa, bem como aos docentes e discentes voluntários que participaram da pesquisa.

Referências

ANDRADE, Fabiana Chagas de; ESQUINCALHA, Agnaldo da Conceição; OLIVEIRA, Ana Teresa de Carvalho de. **Um estado da arte das pesquisas brasileiras sobre Pré-Cálculo**. Revista BOEM, v. 8, n. 16, p. 91-111, dez 2020.

BARUFI, Maria Cristina Bonomi. **A construção/negociação de significados no curso universitário inicial de Cálculo Diferencial e Integral**. 1999. 195 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação, USP, São Paulo. 1999.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BORGES, Pedro Augusto Pereira.; MORETTI, Mércles Thadeu. **A Transformação das Relações com o Saber Matemático de Alunos Ingressantes na Universidade**. Acta Scientiae, v. 18, n. 3, p. 580- 596, dez 2016.

BRASIL, Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia: Parecer 1/2019**. Brasília, abr 2019.

GOMES, Gisela Hernandez. **A Matemática em um curso de Engenharia: vivenciando culturas**. 2009. 251 f. Tese (Doutorado em educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2009.

GUEUDET, Ghislaine. **Investigating the secondary-tertiary transition**. Educational Studies in Mathematics, v. 67, n. 3, p. 237-254, mar 2008.

HOWSON, A. G., KAHANE, J. P., LAUGINIE, P. TURCKHEIM, E. (Eds). **Mathematics as a service subject**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1988.

KENT, Phillip.; NOSS, Richard. **Mathematics in the University Education of Engineers: A report to The Ove Arup Foundation**. London, 2003.

REZENDE, Wanderley de Moura. **O ensino de cálculo: dificuldades de natureza epistemológica**. 2003. 450 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 2003.

SACRISTÁN, José Gimeno. A educação que temos, a educação que queremos. In: IMBERNÓN, Francisco. **A educação no século XXI: os desafios do futuro imediato**. (Trad. Ernani Rosa). 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SCHOENFELD, Alan H. **Learning to think mathematically: problem solving, metacognition, and sense-making in mathematics**. New York, MacMillan, 1992, p. 334-370.