

A MATEMÁTICA PRESENTE NAS ATIVIDADES LABORAIS DE ENGENHEIROS CIVIS

Márcia Jussara Hepp Rehfeldt
Centro Universitário UNIVATES
mrehfeld@univates.br

Ieda Maria Giongo
Centro Universitário UNIVATES
igiongo@univates.br

Marli Teresinha Quartieri
Centro Universitário UNIVATES
mtquartieri@univates.br

Resumo:

Esta comunicação tem por objetivo mostrar alguns jogos de linguagem matemáticos presentes nas atividades laborais de Engenheiros Civis e suas semelhanças de família com aqueles gestados nas disciplinas de Cálculo ofertadas pela Univates. Traz como aporte teórico conceitos de Wittgenstein, expressos por comentadores, como Condé (1998, 2004). O material de pesquisa foi constituído de entrevistas com o coordenador do curso de Engenharia Civil da Univates e dois egressos. Quanto aos aspectos metodológicos, a pesquisa foi de cunho qualitativo e inspirações etnográficas. Os resultados apontam que, em suas práticas laborais, esses engenheiros: a) usam tabelas, *softwares* e planilhas; b) na aplicação da trigonometria, dividem os triângulos quaisquer em triângulos retângulos e c) usam estimativas, cálculos orais e arredondamentos. A pesquisa segue com investigações nas demais engenharias.

Palavras-chave: Jogos de linguagem; Semelhanças de família; Engenheiros civis; Matemática.

1. Introdução

As disciplinas relacionadas ao Cálculo são responsáveis, habitualmente, por uma quantidade significativa de reprovações no Ensino Superior. Nos Cursos de Engenharia, a referida disciplina envolve algumas dificuldades, relacionadas tanto aos conteúdos escolhidos para as ementas quanto aos problemas de ensino e de aprendizagem e, com mais ênfase, nos semestres iniciais dos cursos. Cury e Bisognin (2006) expressam que a preocupação com o ensino de Cálculo em cursos de Engenharia tem se mostrado constante, pois, em eventos relacionados à Matemática ou à Engenharia, esse tema é investigado em

vários trabalhos, os quais sugerem atividades e metodologias alternativas, com vistas à melhoria do ensino e da aprendizagem da Matemática.

O exame de grades curriculares de cursos de Engenharia de Instituições de Ensino Superior permite inferir que o Cálculo Diferencial e Integral é inserido no primeiro ou segundo semestre dos cursos com programas que fazem uma rápida revisão do conteúdo “funções” e, em seguida, seguem a sequência tradicional – limites, continuidade, derivadas, integrais. De acordo com Guimarães (2006), a disciplina é apresentada sob a forma clássica, nunca fugindo do modelo dado por definições, propriedades, exercícios puramente algébricos, aplicações "fechadas" ou poucas aplicações dos conceitos matemáticos ligados ao cotidiano ou à realidade profissional do aluno e com abordagens isoladas, visto que, ou se adota um método gráfico ou um método algébrico ou uma abordagem numérica, mas, raramente, ocorrem as três abordagens de maneira simultânea.

Nessa linha de ação metodológica, frequentemente utilizada no Cálculo com enfoque algébrico, o aluno executa exercícios sobre limites, derivadas e integrais, na maioria das vezes semelhantes e, portanto, repetitivos. Normalmente, o professor solicita-lhes a resolução de listas de exercícios que apenas reforçam o estudo e a aprendizagem de um comportamento matemático algébrico. Assim, “estimula-se a aprendizagem pela repetição de procedimentos, levando o aluno a considerar que ‘domina a matéria’ ao fazer e refazer longas sequências de cálculos e que é incompetente quando simplesmente erra uma operação algébrica” (GUIMARÃES, 2006, p. 4). Assim, “este caráter potencializador e integrador do Cálculo é que o torna um elemento de organização, sustentação e criação imprescindível para a formação do próprio conhecimento matemático e científico” (REZENDE, 2003, p. 70).

Barbosa (2004), em seu estudo realizado com alunos de cursos de Engenharia de Computação, Engenharia Química e Engenharia Mecatrônica, concluiu que o Cálculo, mesmo desempenhando papel importante como linguagem, na representação dos fenômenos e como instrumento para a resolução de problemas, leva alunos e professores a apresentarem reclamações que atestam um quadro de altos índices de evasão e retenção na disciplina. Na investigação realizada pelo autor, os estudantes reclamaram do alto grau de abstração dos conteúdos ministrados em Cálculo, enquanto os professores justificaram o baixo desempenho dos discentes a falta de motivação, de raciocínio e de hábitos de estudo dos mesmos.

Pedroso e Krupechacke (2009, p. 1) expressam que dados do Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo de 2007 apontam “que 95,7% dos alunos do terceiro ano do ensino médio da rede estadual de educação não têm domínio sobre o conteúdo de matemática”. Esses alunos cursam o Ensino Superior encontrando grandes dificuldades nas disciplinas de Cálculo e ficam suscetíveis a reprovações nos primeiros anos dos cursos de Engenharia. Nesse sentido, o ensino de Cálculo torna-se um desafio para os educadores da área. Para os autores

Recuperar a base matemática que deveria ser trabalhada no ensino médio é, de fato, um grande desafio. No entanto, os elevados índices de evasão e reprovação nos primeiros anos dos cursos de Engenharia nos estimulam a abordar o tema e propor ações que podem fazer diferença para grupos de estudantes com deficiências de base e com força de vontade. Também é digno de nota que os autores reconhecem que, em muitos casos, a deficiência é muito grande para ser corrigida e o problema não pode ser resolvido; muitos estudantes de fato irão evadir-se dos cursos simplesmente porque não estão em condições de acompanhar as aulas (PEDROSO e KRUPHECKE, 2009, p. 2).

Nesse mesmo contexto, Rezende (2003) aponta que, para solucionar o problema de falta de base, são criadas disciplinas, tais como: Cálculo Zero, Pré-Cálculo, as quais possuem a função de preparar o aluno para o ensino de Cálculo.

Com a finalidade de resolver a “falta de base”, ensina-se, costumeiramente, nesses cursos, toda aquela parte da matemática básica necessária à realização técnica do Cálculo: polinômios, fatoração, relações e identidades trigonométricas, funções reais usuais (modulares, polinomiais, exponenciais, logarítmicas e trigonometrias), produtos notáveis, simplificações e cálculos algébricos em geral etc. É verdade que falta tudo isto ao nosso aluno recém-egresso do ensino médio. Mas também é verdade que a tal “falta de base” não é um problema específico do ensino de Cálculo. A “base” que falta aqui, para o ensino de Cálculo, também faz falta para o ensino de outras disciplinas do curso superior, e nem por isso os seus resultados são tão catastróficos como os do Cálculo (REZENDE, 2003, p. 16-17).

Cabe pontuar que, ao invés de enfatizar a “falta de base” dos alunos, seria preciso, de fato, estabelecer conceitos básicos e necessários para aprender as ideias básicas do cálculo. Para o autor, o que existe é a “falta no ensino de matemática em geral e de uma ‘preparação’ para o ensino de Cálculo” (Ibidem, p. 32). Alguns problemas clássicos do cálculo são evitados, ou simplesmente ignorados, ou ainda tratados de forma superficial pelos professores no Ensino Médio e Fundamental. Fala-se, por exemplo, no Ensino Médio, de funções crescentes, mas não se estuda o “quanto” estas crescem. Apresentam-se de forma “ritualística” alguns resultados do Cálculo - como a área do círculo, “transformação de dízimas periódicas em frações” etc. – sem um real enfrentamento dessas questões (REZENDE, 2003, p. 32). O autor também aponta como uma das soluções para

os problemas o uso do computador em trabalhos complementares ou em atividades de sala de aula. Muitas Instituições o utilizam como apoio nas disciplinas de Matemática. Porém, afirma que não basta termos as ferramentas; é preciso colocá-las em uso: “O que precisamos fazer não são projetos para o uso de computadores no ensino de Cálculo, e sim, projetos para o ensino de Cálculo. O foco deve ser o Cálculo e o seu ensino, e não o uso de computadores” (REZENDE, 2003, p. 19). Em relação ao uso de recursos tecnológicos no ensino de Cálculo, Katsuyoshi (2007, p. 47) comenta que a preocupação dos professores que ministram a disciplina de Cálculo não é recente. Para minimizar as dificuldades, “muitos estudiosos têm direcionado o processo de ensino e aprendizagem com auxílio de recursos computacionais”. Nessa visão, as tecnologias proporcionaram melhorias no ensino, porém, muitas vezes, baseadas “no equívoco de que o uso de recursos tecnológicos pode resolver tudo, encobriram a problemática do ensino e aprendizagem” (Ibidem).

Franzini e Ferreira (2009) expressam que, para melhorar o índice de aprovação nas disciplinas de Cálculo, torna-se necessário pensar em novas práticas docentes em relação a essa disciplina com o intuito de proporcionar uma aprendizagem mais significativa. Entende-se que uma das possibilidades seria o uso de problemas relacionados com a área das Engenharias. Quanto à questão de relacionar a Matemática com o cotidiano, autores aludem que

relacionar o conteúdo matemático com situações do cotidiano do aluno não é uma tarefa fácil, já que, além da rigidez que em geral caracteriza os currículos, tal relacionamento exige, dos alunos, tempo disponível para atividades externas (pesquisas, trabalhos em grupo, visitas a empresas ou entidades, etc.) que extrapolam o cotidiano da sala de aula. Essa situação se agrava em cursos noturnos, onde a maioria dos alunos trabalha durante o dia e não dispõe de tempo para atividades extraclasse (FRANZINI, FERREIRA, 2009, p. 5).

Muitas vezes, o docente, preso às metodologias e práticas vivenciadas no curso de formação, centrado em paradigmas conservadores, ministra o “Cálculo pelo cálculo, sem aplicação e contextualização, focado na pedagogia rotineira e tradicional” (KATSUYOSHI, 2007, p. 47).

No Centro Universitário UNIVATES de Lajeado, RS, problemas como os acima mencionados também foram detectados. Com o intuito de melhorar os processos ensino e aprendizagem dessas disciplinas (Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III, Métodos Numéricos e Álgebra Linear e Geometria Analítica), algumas ações foram implantadas pelos professores da área. Inicialmente, optou-se pela introdução do sistema de monitoria de ensino de Matemática, para o qual é convidado um aluno vinculado ao Centro de Ciências

Exatas e Tecnológicas da Instituição que já cursou, com destaque, as referidas disciplinas e, assim, realiza as atividades relativas à monitoria. Os alunos constantemente procuravam (e ainda procuram) se utilizar desse recurso para sanar suas dificuldades, conforme atestam os dados constantes do Relatório Rehfeldt, Quartieri e Ahlert (2011).

A partir de 2005, passou-se a discutir, em conjunto com os coordenadores de cursos, em especial os das Engenharias alocados no Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, a possibilidade de inclusão de uma disciplina eletiva chamada Fundamentos de Matemática. Esta seria destinada àqueles alunos que não apresentassem os conhecimentos prévios ou que demonstrassem desejo de cursá-la, oportunizando-lhes desenvolver e construir os conhecimentos necessários para ancorar os novos relativos ao Cálculo I.

Assim, para aferir a necessidade do aluno ingressante na disciplina de Cálculo I cursar Fundamentos de Matemática, optou-se por, na primeira aula da disciplina, realizar um pré-teste, denominado “Prova de Nivelamento”, contendo 15 questões que, no entendimento das pesquisadoras, representam o conjunto de conhecimentos prévios necessários para iniciar a referida disciplina.

Mesmo considerando significativos avanços com essas duas ações (Rehfeldt *et al* 2010), o grupo de pesquisadoras que ministra tais disciplinas acredita ser produtivo seguir nas investigações com o intuito de qualificar os processos de ensino e de aprendizagem dessas disciplinas, tendo em vista o crescente número de cursos de Engenharia ofertados pela Instituição e dos alunos ingressantes. Ademais, cabe destacar a premente necessidade de novos engenheiros para o desenvolvimento do país, o que pode comprometer o andamento de muitas obras em construção, pois:

Estão faltando engenheiros no mercado de trabalho e faltarão mais ainda. O alerta é de Marcos Túlio de Melo, presidente do Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (Confea), que reúne profissionais dessas áreas, além de geólogos e meteorologistas. Para ele, "o apagão de mão de obra poderá trazer graves consequências para a economia brasileira". Em seu cálculo, o déficit é de 20 mil engenheiros por ano, número que poderá aumentar com a demanda dos projetos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e do Programa Minha Casa, Minha Vida; além da exploração de petróleo na camada pré-sal; das Olimpíadas de 2016 e da Copa do Mundo de 2014 (<http://www.administradores.com.br/informe-se/carreira-erh/confea-falta-de-engenheiros-ameaca-crescimento/42977/>).

A partir do acima explicitado, as pesquisadoras também julgam pertinente investigar o mercado de trabalho nessa área para, apoiadas nas ideias da maturidade de

Ludwig Wittgenstein, examinar as regras matemáticas presentes nas práticas laborais da forma de vida dos engenheiros. Nesse sentido, a presente proposta de investigação tem como questão central: *Quais jogos de linguagem matemáticos emergem das práticas laborais de engenheiros e quais as semelhanças de família com aqueles usualmente gestados nas disciplinas de Cálculo presentes nas ementas dos referidos cursos?*

2. Referencial teórico

O referencial teórico escolhido para sustentar a investigação consiste nas ideias da maturidade de Ludwig Wittgenstein (1991), expressas por alguns de seus comentadores, em especial, Condé (1998, 2004). A produção teórica das ideias da maturidade de Ludwig Wittgenstein permite inferir que os jogos de linguagem e as regras que os constituem estão fortemente imbricados pelo uso que deles fazemos, ou seja, é parte integrante de uma determinada forma de vida. Isso significa que os jogos de linguagem devem ser compreendidos como imersos numa forma de vida, fortemente amalgamados às atividades cotidianas. Com efeito, sendo a significação dada pelo uso a cada um deste que fazemos das palavras, essas significações podem se modificar. Assim, “nós reconduzimos as palavras do seu emprego metafísico para seu emprego cotidiano”: (WITGENSTEIN, 2001, IF. 116, p. 55), ao atrito do “solo áspero”. Tais ideias permitem compreender a noção de forma de vida como “o entrelaçamento entre cultura, visão de mundo e linguagem” (GLOCK, 2006, p. 173-174). Nesse “entrelaçamento”, as significações que damos às palavras são mediadas por regras que são gestadas em nossas práticas sociais. Um conjunto dessas regras constitui uma gramática que, como indica Condé (2004, p. 170), tem muita importância na análise da racionalidade moderna porque “guia” as interações entre os distintos jogos de linguagem. Para o autor, a gramática determina nosso “modo de pensar”.

Portanto, aprender a significação de uma expressão não se restringe a denominar objetos, mas também a operar, através de regras gramaticais contextualizadas, as expressões que constituem as significações. Em outras palavras, aprender a significação de uma expressão é aprender a operar com regras gramaticais que possuem interações – em maior ou menor grau – com objetos (que não são mais objetos metafísicos) (CONDÉ, 2004, p. 95).

Subjacente à ênfase no aprender a operar com as regras gramaticais, Condé afirma que Wittgenstein significa “a gramática e os jogos de linguagem como uma racionalidade que se *forja a partir das práticas sociais em uma forma de vida* que não mais se assenta em fundamentos últimos” (IBIDEM, p. 29) [grifos nossos]. Ao abandonarmos a ideia de uma estrutura única e natural, produtora da razão, passamos a entender a racionalidade

como uma “invenção”, uma “construção” (IBIDEM, p. 29), o que está em consonância com as posições pós-estruturalistas. É essa “construção” que vai permitir à linguagem se articular entre suas partes no interior de uma forma de vida e, a partir daí, estabelecer a racionalidade que nos possibilitará o que aceitar ou não o que é correto, de acordo com os jogos de linguagem e sua gramática. Nesse sentido, a racionalidade não se constitui, como destaca Condé (IBIDEM, p. 28-29), em um sistema que prime pela ordenação, hierarquia e ausência de contradições. A forma de vida estabelece a gramática com a qual interagimos com o mundo, sendo que

[...] a idéia de racionalidade em Wittgenstein se estabelece a partir da constatação de que, em *uma forma de vida*, a linguagem (gramática, pragmática, etc.) configura-se como uma “teia”, isto é, um tipo de rede multidirecional flexível que se estende através de “semelhanças de família” (CONDÉ, 2004, p. 28) [grifos do autor].

Tal noção de semelhanças de família aponta, ainda segundo Condé, para a possibilidade de analogias e interconexões no interior de um mesmo jogo de linguagem ou com outros jogos, podendo se dar até mesmo entre gramáticas e formas de vida diferentes.

Assim, ao dizer que dois jogos de linguagem possuem semelhanças de família, não se está fazendo alusão a uma identidade entre os jogos, mas apenas destacando que ambos têm aspectos semelhantes e que se distribuem ao acaso, sem uma suposta repetição uniforme. Desse modo, não faz sentido a busca de uma essência, uma perspectiva não essencialista compartilhada pelas posições pós-estruturalistas. Em efeito, seguindo o filósofo, compreendemos que um jogo de linguagem possui similaridades e diferenças com outros, podendo existir conexões e possíveis contraposições entre eles. Condé (2004, p. 55) alude que é precisamente esse caráter dinâmico e não apenas o estático dos jogos de linguagem que permite o estabelecimento de contrastes entre os jogos de linguagem.

Considere, por exemplo, os processos que chamamos de “jogos”. Refiro-me a jogos de tabuleiro, de cartas, de bola, torneios esportivos, etc. O que é comum a todos eles? Não diga: “Algo deve ser comum a eles, senão não se chamariam ‘jogos’”, - mas veja se algo é comum a eles todos. – Pois, se você os contempla, não verá na verdade algo que fosse comum a *todos*, mas verá semelhanças, parentescos, e até toda uma série deles. Como disse: não pense, mas veja! (WITTEGENSEIN, 1991, p. 38) [grifos do autor].

Assim, acreditamos na produtividade de operarmos com as ideias desenvolvidas por Wittgenstein em sua maturidade sobre o material de pesquisa, tendo como hipótese inicial a existência de duas matemáticas: a presente nas disciplinas de Cálculo (que está fortemente amalgamada à forma de vida da universidade) e a nas práticas laborais do grupo

de engenheiros (diretamente vinculada à forma de vida do mundo do trabalho), ambas engendrando jogos de linguagem que são constituídos por regras que conformam gramáticas específicas, mas que possuem entre si semelhanças de família.

3. Aspectos metodológicos e alguns resultados

No tocante aos aspectos metodológicos, a pesquisa, em andamento, é de cunho qualitativo e possui inspirações etnográficas por fazer uso de entrevistas gravadas e, posteriormente, transcritas com engenheiros e coordenadores dos Cursos de Engenharia da Univates, bem como observações e filmagens das atividades laborais dos engenheiros. Cabe destacar que os resultados aqui apresentados referem-se somente à área da Engenharia Civil, haja vista que foi esta que gerou as discussões iniciais. Assim, o material de pesquisa está composto de duas entrevistas com engenheiros civis e uma com o coordenador do curso.

Na primeira fase da investigação, foram elaboradas algumas questões que compuseram as entrevistas com os engenheiros e o coordenador de curso. Um dos primeiros aspectos questionados foi o tempo de atuação dos engenheiros. O coordenador de curso é graduado em Engenharia Civil há mais de trinta anos, além de ser Arquiteto. Em nossa Instituição, atua - como coordenador - desde 2010, embora a função tenha sido concebida em 2009. Ele também mantém uma carreira como profissional na área desde que se graduou. Neste estudo, será denominado C. Já, os engenheiros civis, profissionais da área, estão formados e atuam (na área) há 11 e 26 anos, respectivamente e serão chamados de E1 e de E2. Desta forma, manter-se-á o anonimato, conforme previsto no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Percebe-se, pelo tempo de formação e atuação, que tanto o coordenador quanto os profissionais da área exercem a profissão há anos, portanto, possuem experiência considerável. Ademais, residem em cidades distintas do Vale do Taquari, interior do Rio Grande do Sul, e estudaram em diferentes Universidades.

Um segundo aspecto investigado foi em relação ao campo de atuação do engenheiro civil e, neste sentido, constatou-se que há diversas possibilidades, como comenta o coordenador C: “Tem um grande campo de atuação nessa área”, referindo-se às diversas áreas. Agora

90% deles [engenheiros] vão trabalhar na área de construção, porque é o forte da nossa região, então, a maioria deles vai para essa área [...] o Brasil está

crescendo. Faltam profissionais. Na década de 70, só para gente ter um exemplo, bem mais da metade dos formandos em engenharia civil iam trabalhar em rodovias.

O engenheiro E1 menciona:

Então eu acho que o profissional da engenharia civil, mais que outras profissões, tem essa carreira em Y muito evidente. Tu chega num determinado momento da carreira que tu ou vira um *especialista ou tu trabalha mais na parte da gestão*. O especialista, por exemplo, vai trabalhar em cálculo estrutural, trabalhar em projeto, inclusive a gente vê alguns profissionais que têm uma característica de ser especialista muito mais forte e muito mais latente, tentando fazer gestão e aí perdem o foco. [...] E tem o segundo lado, que é a parte da gestão, onde eu acho que me encaixo hoje na minha realidade. Meu papel *hoje é gerenciar projetos*, então, quando a instituição determina que a gente vai começar um determinado projeto, eu sou o responsável técnico pelo encaminhamento do projeto, então eu busco todos os profissionais que a gente precisa contratar, o especialista, para elaborar este projeto tendo sempre o foco, o que o cliente determina [Grifos nossos].

O engenheiro E2 atua diretamente na área da construção e se considera um profissional generalista, haja vista realizar várias atividades, dentre elas: desenvolve projetos tipo residenciais e comerciais (principalmente) e industriais (raramente), utilizando para isso *software*; realiza a execução de obras; faz a regularização de obras junto aos órgãos públicos; elabora planilhas de cálculo; executa o cálculo estrutural de baixa complexidade e para serviços mais especializados ou complexos; indica a contratação de engenheiros que são especialistas na área.

Analisando o perfil dos entrevistados, percebe-se que o primeiro (E1) atua na área de gerenciamento de projetos e mantém um relacionamento com especialistas em diferentes áreas. Já, o engenheiro 2 é generalista, desenvolvendo várias tarefas em obras de menor porte.

Indagados com relação à questão “Que contribuições você acredita que a Matemática, em especial, o Cálculo pode dar para a formação do engenheiro civil?”, o coordenador C comentou:

Há [...] total não é? engenheiro que não sabe matemática, “está perdido”. Evidentemente que a parte de cálculo, cálculo mesmo, a gente tem que saber que ele existe, mas normalmente tudo já é *tabelado*. Então, as fórmulas já são prontas. Mas é fundamental para qualquer um desenvolver alguma coisa entender de álgebra, de cálculo, de integral [Grifos nossos].

Na mesma linha de raciocínio E1, comenta:

É claro que a gente pensa para que vai me servir uma integral, uma derivada e hoje eu vejo que é como se fosse um alicerce, porque a gente começa a trabalhar

com lógica, a gente condiciona a cabeça a pensar e depois, quando entrar nas cadeiras profissionais, a trazer essa realidade prática. Porque, na realidade, a gente *não usa nenhuma fórmula derivada*, mas a gente faz com que a derivada e a integral façam a gente pensar de uma forma diferente e isso para mim é muito claro. Eu acho super importante, e eu acho até que a pessoa que não consegue passar por isso, e tem que passar, *não tem como tirar da grade curricular* essa parte de cálculo. Ela é importantíssima para preparar o profissional para quando ele começar nas cadeiras profissionais, na parte mais teórica da faculdade de engenharia civil, ele ter esse embasamento. Em contrapartida, a parte de trigonometria foi muito pouco explorada, [...] seguidamente eu me encontro com algumas dificuldades [Grifos nossos].

E2 comenta que “deveria haver um melhor relacionamento dos professores de Matemática com os professores da Engenharia para ver como elaborar exercícios utilizando os assuntos de cálculo, para mostrar as aplicações no dia a dia”. Ele ainda explica que, para facilitar os cálculos, “tem outro *programa* [...] ele faz [dimensionamentos de vigas e sapatas], tu pega daí esse desenho, bota no CAD e ele define os traços do concreto, as cargas acidentais, as cargas permanentes e ele vai te montar o programa, vai te dar todo o cálculo da ferragem, com a dimensão, tudo direitinho”.

Nas falas, tanto do coordenador quanto dos engenheiros, nota-se que há dificuldade em descrever a aplicabilidade de derivadas, de integrais e de outros assuntos que constam na ementa e ressaltam que programas, *softwares* e tabelas os auxiliam nos cálculos mais complexos. O coordenador ainda resalta que, com o uso dessas ferramentas, o engenheiro “tem mais tempo para pensar em soluções melhores para os problemas, porque o cálculo é mais rápido de fazer, então ele pode ter outras opções. Quando se fazia tudo a mão, no braço, tu tentava ver qual era a opção melhor e tocava por ali. Tu não tinha condições de analisar 4 ou 5 opções”.

Neste sentido, é possível inferir que, na forma de vida dos engenheiros entrevistados, é necessário saber operar com as regras da Matemática acadêmica (aqui representadas pelas derivadas e integrais) mesmo que, em suas práticas laborais, sejam outras as utilizadas. Percebe-se recorrência na afirmação de que, para ser engenheiro, é necessário “passar por isso” e que a Matemática pela Matemática tem o propósito de contribuir para a formação do *raciocínio lógico*. E2 comenta: “Fazer exercício de limite, derivada ou integral do jeito que foi dado, só serve para desenvolver as *habilidades matemáticas*” [grifos nossos]. E1 é enfático ao citar: “quando a gente está na parte do cálculo, propriamente dito [...] normalmente é ali que a gente sabe que o aluno desiste da faculdade”, corroborando com as afirmações de Barbosa (2004) acerca da evasão e retenção.

Quanto aos conteúdos matemáticos, os entrevistados citaram a importância da trigonometria. Para C, “no dia a dia se usa muito seno, cosseno, tangente, [...]”. Para E1, “parte da trigonometria em geral eu acho que poderia ser mais bem explorada na faculdade”. E2 também demonstra a necessidade de usar a trigonometria em seu cotidiano:

Tentava transformar em triângulo retângulo para ficar mais fácil a conta, só em último caso quando não dava que eu usava triângulo qualquer, daí eu pegava o livro de matemática ou ia no *Google*: ah triângulo qualquer, daí ia lá áreas, assim que eu pegava.

É interessante observar, por meio da última fala, que a regra utilizada para operar com triângulos quaisquer é a transformação deste tipo de triângulo em triângulos retângulos. Ao ser indagado, o coordenador do curso acerca do uso do seno, do cosseno e da tangente no triângulo qualquer ele afirmou: “A gente procura transformar tudo [...]”, corroborando a prática de E2. Pode-se inferir que, quanto ao jogo de linguagem – calcular ângulos e área de triângulo qualquer –, os entrevistados usam a regra de transformar em triângulos retângulos para poder utilizar, posteriormente, as razões trigonométricas no triângulo retângulo. Entretanto, nas aulas de Cálculo, geralmente, são ensinadas as leis do seno, lei do cosseno e fórmula da área de um triângulo qualquer para encontrar ângulos e área de triângulos quaisquer. Cabe destacar a existência de semelhanças de família, pois tanto nas suas atividades laborais dos engenheiros entrevistados quanto nas aulas de Cálculo, há o uso das razões seno, cosseno e tangente.

Nas falas dos entrevistados, observou-se também o uso da estimativa, dos arredondamentos e dos cálculos orais, como mostra E1:

então, a gente está em obra discutindo de forma rápida qual é o volume de concreto que a gente vai precisar para todas as estacas. E aí é uma situação que, nesse ponto, me dá facilidade, mas eu vejo profissionais que estão para se formar que estão lá pensando como é que eu calculo isso? Mas essa noção de conseguir visualizar o que a gente está falando, daqui a pouco não vai precisar fazer uma conta de cabeça, tem algumas pessoas que calculam de cabeça, o que a gente está tratando [...]

E2 também fala de várias situações de arredondamentos: “aí tu tem que arredondar para 5 ou para 0, o que ficar mais perto”. “Bom, fazendo uma estimativa que a caixa calcula 700 reais o m^2 , vai dar uma casa de no máximo tantos m^2 ”. Cabe aqui salientar que o uso de estimativa, arredondamentos pouco se faz presente nas aulas de Cálculo, uma vez que as atividades desenvolvidas nessa disciplina primam pelo formalismo e exatidão, conforme expresso em Guimarães (2006).

Perguntados acerca da exclusão de disciplinas de Cálculo no currículo da Engenharia Civil, todos se manifestaram contrários. E2 comenta: “Acho que não, mas as cadeiras de Cálculo deveriam ser dadas, mostrando como poderiam ser usadas no dia a dia”. Novamente, a ideia da suposta importância das derivadas e integrais, uma vez que, nessa ótica, deveriam ser criadas atividades tidas como práticas, ou seja, diretamente vinculadas à forma de vida desses engenheiros e que envolvessem tais conteúdos.

4. Considerações finais

Pelo exposto até aqui, pôde-se perceber que os jogos de linguagem matemáticos presentes nas atividades laborais dos engenheiros civis entrevistados possuem semelhança de família com aqueles gestados na disciplina de Cálculo, em especial, quando estes se referem à aplicação da trigonometria em cálculos de ângulos e áreas e na transformação de triângulos quaisquer em retângulos. Por outro lado, diferem na aplicação de estimativas, cálculos orais e arredondamentos.

O que aqui foi apresentado se constituiu nos primeiros resultados da investigação, na qual enfatizamos apenas os advindos do curso de Engenharia Civil. Pretendemos entrevistar os coordenadores e profissionais dos demais cursos de Engenharia da Instituição, a saber: Engenharia da Produção, Engenharia de Controle e Automação, Engenharia de Alimentos, Engenharia Mecânica, Engenharia da Computação, Engenharia Ambiental, Engenharia Química. Após analisarmos os dados emergentes dessas entrevistas, é nosso intuito seguir as seguintes metas:

- a) Elaboração do material instrucional: a partir dos dados obtidos nas entrevistas e observações nos locais de trabalho dos engenheiros, as pesquisadoras elaborarão um material instrucional com atividades que contemplem os jogos de linguagem matemáticos presentes nas atividades laborais, bem como aqueles usualmente gestados nas disciplinas de Cálculo I e Cálculo II.
- b) Aplicação do material instrucional nas disciplinas de Cálculo I e II. O material será utilizado pelas pesquisadoras em suas práticas pedagógicas nas referidas disciplinas.
- c) Avaliação do material instrucional: aplicação de um questionário para verificar, na ótica dos alunos, aspectos positivos e a melhoria do material instrucional. A partir dos

questionários, serão selecionados, aleatoriamente, dois alunos de cada turma onde foram disponibilizadas as questões do material instrucional para serem entrevistados.

Referências:

BARBOSA, M. A . **O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral**. Mestrado em Educação – Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004.

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão. **Wittgenstein: linguagem e mundo**. São Paulo: Annablume, 1998.

_____. **As teias da razão: Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna**. Belo Horizonte: Argvmentvm, 2004.

CURY, Helena Noronha, BISOGNIN, Eleni. **Calculando o volume de um sólido: como a análise de erros pode auxiliar professores a elaborar atividades de ensino para calouros de Engenharia**. COBENGE, 2006.

Confea: falta de engenheiros ameaça crescimento. Disponível em <http://www.administradores.com.br/informe-se/carreira-e-rh/confea-falta-deengenheiros-ameaca-crescimento/42977/>. Acesso em julho de 2011.

FRANZINI, Paola Colombo; FERREIRA, Denise Helena Lombardo. Modelagem matemática na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral. **Anais do XIV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas**, 2009.

GLOCK, Hans Johann. **Dicionário de Wittgenstein**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2006.

GUIMARÃES, Oswaldo Luiz Cobra. **Cálculo Diferencial e Integral: do algebrismo às representações múltiplas**. Extraído de [http://www.upf.br/cobenge2006 - cobenge2006@upf.br](http://www.upf.br/cobenge2006-cobenge2006@upf.br).

KATSUYOSHI, Kurata. **O ensino de cálculo para cursos superiores de tecnologia na área ambiental: aspectos motivacionais do aluno**. Mestrado em Tecnologia: gestão, desenvolvimento e formação. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. São Paulo, 2007.

PEDROSO, Carlos Marcelo; KRUPHACKER, José Eloir. **Análise de alternativas para recuperação de fundamentos de matemática no ensino de Cálculo em cursos de Engenharia**. COBENGE, 2009.

REHFELDT, Márcia J. H *et al.* Investigando os conhecimentos prévios dos alunos de cálculo do Centro Universitário Univates. In: **Revista de ensino de Engenharia**, 2012. Disponível em <http://www.upf.br/seer/index.php/ree/article/view/1081/1615>. Acesso em: 29 jan. 2013.

REHFELDT, Márcia J. H; QUARTIERI, Marli Teresinha; AHLERT, Vivian. **Estudo da evasão acadêmica, dos trancamentos de disciplinas e das monitorias oferecidas no Centro Universitário UNIVATES**. Relatório final de Pesquisa. Lajeado, 2011.

REZENDE, Wanderley Moura. **O Ensino de Cálculo: Dificuldades de Natureza epistemológica**, Universidade de São Paulo Faculdade de Educação Programa de Pós-Graduação em Educação Tese de Doutorado, São Paulo, 2003.

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Investigações filosóficas**. São Paulo: Nova Cultural, 1991.