



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVEMBRO 2014

**AS FORMAS DE VIDA E OS JOGOS DE LINGUAGEM
ENCONTRADOS NAS PRÁTICAS PROFISSIONAIS E AS
IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE ENGENHARIA NO
CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES**

REHFELDT, M. J., H.; HAUSCHILD, C. A.; AZAMBUJA, K. C. B.; GIONGO, I.
M.; QUARTIERI, M. T.

AS FORMAS DE VIDA E OS JOGOS DE LINGUAGEM ENCONTRADOS NAS PRÁTICAS PROFISSIONAIS E AS IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE ENGENHARIA NO CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES

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

Cristiane Antonia Hauschild
Centro Universitário UNIVATES
crishauschild@univates.br

Karina Corbellini Brito de Azambuja
Centro Universitário UNIVATES
kazambuja@univates.br

Ieda Maria Giongo
Centro Universitário UNIVATES
igiongo@univates.br

Marli Teresinha Quartieri
Centro Universitário UNIVATES
mtquartieri@univates.br

Resumo: Esta comunicação oral tem por intuito apontar dados parciais resultantes da pesquisa denominada “Formas de vida, jogos de linguagem e currículo: implicações para o ensino de engenharia em desenvolvimento no Centro Universitário UNIVATES”. Ela conta com apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) e tem como objetivo central examinar os jogos de linguagem matemáticos que emergem das observações das práticas laborais de um grupo de engenheiros e suas semelhanças de família com aqueles gestados nas disciplinas de cálculo. Os aportes teóricos estão alicerçados nos conceitos de Wittgenstein, expressos por comentadores, como Condé (1998, 2004). Metodologicamente trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo e inspirações etnográficas. O material de pesquisa constituiu-se de entrevistas gravadas e posteriormente transcritas com mais de trinta engenheiros do Vale do Taquari, Estado do Rio Grande do Sul, bem como coordenadores dos cursos de Engenharia que a Univates oferece. As referidas entrevistas foram realizadas, em sua maioria, nos locais de trabalho dos engenheiros, após assinatura do termo de consentimento destes profissionais. Os resultados preliminares da análise das entrevistas apontam que estes profissionais: a) usam tabelas, *softwares* e planilhas em suas práticas laborais; b) aplicam a trigonometria e têm o hábito de dividir triângulos quaisquer em triângulos retângulos para calcular sua área; c) usam estimativas, cálculos orais, simplificações e arredondamentos e d) usam fórmulas de áreas e volumes e utilizam sistemas de medidas com suas conversões. Questionados acerca do currículo das disciplinas de cálculo, mencionaram que estas disciplinas necessitam estar presentes em seu currículo para desenvolver o raciocínio lógico. Analisado uso que esses profissionais fazem da matemática, à luz da teoria que sustenta este estudo, é possível inferir que há semelhanças de famílias entre os

jogos de linguagem que emergiram das práticas laborais com os conteúdos gestados nas disciplinas de Cálculo, em especial nos trigonométricos, de volume e de áreas. Também se observam diferenças como cálculos orais, arredondamentos diversos e estimativas, temas que pouco são explorados em sala de aula.

Introdução

Muitas instituições de Ensino Superior vêm percebendo que seus estudantes apresentam dificuldades de aprendizagem nas disciplinas, em especial, aquelas vinculadas aos cursos de Engenharia. Os motivos pelas quais os estudantes têm encontrado dificuldades são diversos. Um estudo realizado por Santos *et al* (2012), na Universidade Federal do Pará, Brasil, identificou as principais causas para o baixo desempenho. São elas: a) a falta de autonomia dos estudantes para realizarem de forma independente seus estudos; b) a forma de avaliação dos professores; e c) a linguagem técnica dos livros. Barbeta e Yamamoto (2002) *apud* Quartieri, Borragini e Dick (2012) mencionam que as dificuldades de aprendizagem da física têm relação com a deficiência dos alunos em manipular o ferramental matemático, pois habilidades como manipular dados, interpretar e criar gráficos e descrever eventos em linguagem formal são conceitos básicos relacionados à física.

Araújo *et al* (2007) também identificaram dificuldades dos alunos na Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Ao entrevistar 80 alunos de sete engenharias constaram que as principais dificuldades destes alunos nos dois primeiros anos eram: a) O distanciamento entre o ciclo básico e a profissão; b) A falta de integração entre o ensino superior e o ensino progressivo; c) A postura dos professores e as avaliações; d) A inadequada programação de estudo extraclasse; e e) A ausência de um programa de monitoria.

Diante desta situação professores têm investigado, problematizado e pesquisado alternativas para minimizar tal condição. Uma das opções encontradas é a implementação das monitorias, conforme sugerem Silva *et al* (2013). Neste sentido, Araújo *et al* (2007, p. 8) ao investigar as dificuldades encontradas por iniciantes nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco mencionaram que os alunos

[...] avaliam a monitoria como instrumento importante para um bom desempenho acadêmico, pois funciona como agente fundamental para a manutenção da motivação nos alunos. Um programa de monitoria eficaz deve fornecer assistência pedagógica aos alunos, principalmente para aqueles que iniciam os cursos sem o embasamento teórico suficiente para o sucesso em algumas disciplinas.

No Centro Universitário UNIVATES também são oferecidas monitorias nas áreas da Matemática, da Física, da Química, de Programação de computadores e de Língua Portuguesa. Diferentemente de monitorias habituais, o monitor atende distintas disciplinas. Por exemplo, na área da Matemática, ele orienta Fundamentos de Matemática, Introdução à Ciências Exatas, Cálculo I, Cálculo II, Cálculo III, Cálculo IV, Álgebra Linear e outras que possuem base matemática.

Além da monitoria por área acima mencionada, na qual o estudante com dificuldades agenda horário e é atendido de forma individual, ainda ocorre a monitoria discente. Nessa, um monitor participa das aulas e auxilia os alunos em possíveis dúvidas de exercícios ou em atividades práticas realizadas na disciplina. A presença de um monitor dentro de sala de aula facilita os processos de ensino e de aprendizagem, em especial em turmas que têm quantidade significativa de alunos,

como é o caso das disciplinas de cálculo.

Outra alternativa encontrada nas universidades, segundo mostram alguns estudos, é a implementação de programas de formação complementar (SANTOS *et al*, 2012) ou disciplinas iniciais como Cálculo Zero, Fundamentos de Matemática (REZENDE, 2003, SANTOS *et al*, 2012; QUARTIERI, BORRAGINI; DICK, 2012). Os referidos programas ou disciplinas têm por objetivo nivelar os conhecimentos básicos dos alunos na área da matemática, revisando conteúdos do ensino médio ou introduzir noções de Cálculo I (SANTOS *et al*, 2012; QUARTIERI, BORRAGINI, DICK, 2012).

Nesse sentido, em 2005, na Univates também foi implementada a disciplina Fundamentos de Matemática, como opcional. Em 2013, ela foi reformulada e transformada em outra denominada Introdução à Ciências Exatas, de caráter obrigatório e não mais opcional. Essa adequação gerou mudanças curriculares, visando a alcançar a melhoria da qualidade do ensino da matemática e da física nos cursos de engenharia e passando a ter caráter experimental, prático. Pensando nessas alterações, Quartieri, Borragini e Dick (2012, p. 4) afirmaram que essa disciplina passará a ter abordagem mais investigativa que permite “o desenvolvimento da autonomia na tomada de decisões dos alunos frente às tarefas e problemas apresentados”. E é com este caráter investigativo que ela está ocorrendo desde então.

Ainda em 2013, em novas investigações, se vislumbravam dificuldades referentes à matemática da escola básica e então a disciplina Fundamentos de Matemática continuou sendo oferecida como eletiva para alunos com dúvidas relacionadas à matemática da escola básica.

Como se pode perceber, a Univates está empenhada em identificar e avaliar possibilidades para auxiliar os alunos a superar as dificuldades encontradas, principalmente no início dos cursos, em especial nas engenharias, pois nesta área foram encontradas as maiores evasões e trancamentos (REHFELDT, QUARTIERI E AHLERT, 2011).

A partir disso, um grupo de professores que atuam nas disciplinas de Cálculo e Introdução à Ciências Exatas, incluindo as autoras deste artigo, encaminham um projeto de pesquisa à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), com o objetivo de investigar o mercado de trabalho nesta área para conhecer a matemática presente nas práticas laborais do grupo de engenheiros e verificar a possibilidade de incorporá-la aos currículos destes cursos. A proposta de investigação tem como questões centrais: a) quais são os jogos de linguagem matemáticos que emergem das observações das práticas laborais de um grupo de engenheiros e suas semelhanças de família com aqueles gestados nas disciplinas de cálculo; b) como a investigação dos jogos de linguagem gestados na forma de vida de um grupo de engenheiros pode ser produtiva para que se (re)pensem os processos de ensino e de aprendizagem de disciplinas vinculadas à Matemática em cursos de Engenharia? Este texto tem, em particular, o intuito de apontar dados parciais resultantes da respectiva pesquisa em andamento.

Referenciais teóricos

O referencial teórico escolhido para sustentar a presente investigação está centrado no campo da etnomatemática conforme expresso por Knijnik *et al* (2012). As autoras utilizam a expressão perspectiva etnomatemática e a concebem como

[...] 'uma caixa de ferramentas' que possibilita analisar os discursos que instituem as Matemáticas Acadêmicas e Escolar e seus efeitos de verdade e examinar os jogos de linguagem que constituem cada uma das diferentes Matemáticas, analisando suas semelhanças de família (KNIJNIK *et al*, 2012,

p. 28)

Como é possível inferir a partir da definição acima expressa, as autoras se apoiam nas ideias de Foucault (no que se refere à análise os discursos) e nas posições da maturidade de Ludwig Wittgenstein quando fazem alusão ao exame dos jogos de linguagem que constituem cada uma das diferentes Matemáticas. Em efeito, as autoras evidenciam que, nesse referencial teórico, “é na relevância atribuída à imanência das práticas sociais que situamos a “Etnomatemática” (KNIJNIK et al, 2012, p. 16).

De acordo com as ideias de Wittgenstein (1991), os jogos de linguagem e as regras que os constituem estão diretamente vinculados ao uso que deles fazemos, o que significa que devem ser examinados na forma de vida em que foram gestados. Nesse sentido, como a significação dada pelo uso, a cada uso que fazemos das palavras, estas significações podem modificar-se. Assim, “nós reconduzimos as palavras do seu emprego metafísico para seu emprego cotidiano” (WITGENSTEIN, 2001, IF.116, p. 55), ao atrito do “solo áspero”. Knijnik et al (2012, p. 30) também expressam que, seguindo os argumentos do filósofo, “dar visibilidade às matemáticas geradas em atividades específicas também é um processo que pode ser significado como uma rede de jogos de linguagem, no sentido atribuído por Wittgenstein, que emergem em diferentes *formas de vida*” [grifos das autoras].

Ao operar com este referencial teórico, Condé afirma que Wittgenstein entende “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” (CONDÉ, 2004, p. 29). Como apontam Knijnik et al (2012, p. 29):

Wittgenstein, ao mesmo tempo que destaca muitos entendimentos possíveis de serem construídos para as palavras, rechaça a possibilidade de um significado universal que se enquadre nos diversos usos dessas palavras. Pode-se vincular essa questão com as discussões propostas pela Etnomatemática ao colocar sob suspeição a noção de uma linguagem matemática universal que seria ‘desdobrada’, ‘aplicada’ em múltiplas práticas produzidas pelos diferentes grupos culturais. Em vez disso, o pensamento de Wittgenstein, em nosso entendimento, é produtivo para nos fazer pensar em diferentes Matemáticas (geradas por diferentes *formas de vida* – como as associadas a grupos de crianças, jovens, adultos, trabalhadores de setores específicos, acadêmicos, estudantes, etc), que ganham sentido em seus usos [grifos das autoras].

Os jogos de linguagem, na perspectiva de Wittgenstein, embora estejam fortemente amalgamados às formas de vida que o engendraram possuem, entre si, semelhanças de família. Tais semelhanças “podem variar dentro de um determinado jogo de linguagem ou ainda de um jogo de linguagem para outro” (CONDÉ, 1998, p. 92). Nessa ótica, “a semelhança não envolve uma propriedade comum invariável” (Ibidem, p. 92), pois “semelhança ou parentesco não é identidade” (Ibidem, p. 92).

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

Metodologia

Metodologicamente trata-se de uma pesquisa de cunho qualitativo, com inspirações etnográficas. Para Gatti e André (2010, p. 30) “a abordagem qualitativa defende uma visão holística dos fenômenos, isto é, que leve em conta todos os componentes de uma situação em suas interações e influências recíprocas”. Sampieri *et al.* (2013) caracterizam a pesquisa qualitativa como sendo aquela que explora os fenômenos em profundidade, é conduzida em ambientes naturais, e faz uso de dados não estatísticos. Segundo os autores anteriormente mencionados, este tipo de pesquisa pretende interpretar e compreender os fenômenos em seus contextos.

Em adição, Malhotra (2006) *apud* Chemin (2012, p. 56) menciona que a pesquisa qualitativa

tem como objetivo alcançar uma compreensão qualitativa das razões, das motivações do contexto do problema; normalmente é utilizada para número pequeno de casos não-representativos, ou seja, a amostra é em número reduzido, a coleta de dados é não-estruturada, a análise de dados é não-estatística e os resultados desenvolvem apenas uma compreensão inicial do problema estudado.

Essa pesquisa tem uma abordagem etnográfica. Para Pfaff (2010, p. 254), a palavra etnografia deriva do grego e “denota a descrição (*graphein*) de um povo ou cultura (*ethnos*) estranha”. De acordo com a mesma autora, atualmente o termo significa “um estilo específico de pesquisa, caracterizado pela observação sem viés de fenômenos sociais e por um conjunto específico de procedimentos de coleta de dados, incluindo métodos tão diversos como a observação participante, entrevistas ou filmagens” (PFAFF, 2010, p. 254).

Para Lankshear e Knobel (2008, p. 66), os “pesquisadores qualitativos dão muita importância aos dados que são coletados em ambientes naturais ou da vida real em que a ação acontece”. Os dados coletados são advindos de observações práticas reais ou de eventos da vida real, gravações, entrevistas e histórias.

Assim, a coleta de dados foi realizada por meio de entrevistas gravadas e transcritas com mais de trinta profissionais engenheiros, bem como com coordenadores de Cursos de Engenharia da Univates que aceitaram participar deste estudo. Os engenheiros assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido estando cientes que suas informações estariam sendo utilizadas para fins de estudos. Além disso, entre a Univates e as empresas nos quais estes engenheiros atuam, ainda foram firmadas parcerias a fim de que as informações de fato chegassem à Instituição e de lá poderiam ser esclarecidas, caso as empresas teriam interesse em conhecê-las. Os participantes da pesquisa têm formações nas mais diversas áreas: ambiental, civil, mecânica, de produção, de controle e automação, de *software*, elétrica e de computação e foram entrevistados, em sua maioria, nos seus locais de trabalho.

De posse deste material, emergiram algumas unidades de análise que serão apresentadas na seção a seguir.

Análise dos resultados

Os resultados preliminares da análise das entrevistas apontam que estes

profissionais: a) usam tabelas, *softwares* e planilhas em suas práticas laborais; b) aplicam a trigonometria e têm o hábito de dividir triângulos quaisquer em triângulos retângulos para calcular sua área; c) usam estimativas, cálculos orais, simplificações e arredondamentos e d) usam fórmulas de áreas e volumes e utilizam sistemas de medidas com suas conversões. A seguir, cada um dos jogos de linguagem será demonstrado com mais detalhes.

Uso de tabelas, *softwares* e planilhas

Segundo os profissionais entrevistados, o uso de tabelas, *softwares* e planilhas têm contribuído na atuação profissional, pois agilizam e facilitam o trabalho, confirmam uma hipótese de cálculo e oportunizam ao cliente a visualização do projeto.

Para o coordenador do curso de Engenharia Civil, o uso de ferramentas tecnológicas possibilita ao engenheiro “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”.

Da mesma forma um dos engenheiros civis entrevistados mencionou que “com o CAD é possível fazer a planta baixa e com ela pode-se partir para o dimensionamento do cálculo estrutural, usando outros *softwares*. Definindo alguns parâmetros é possível dimensionar vigas, pilares, lajes e fundações, tudo por meio dos *softwares*” (Engenheiro civil 2).

Um engenheiro mecânico mencionou que:

[...] houve uma evolução muito grande hoje de, com a evolução da informática, a gente se tabelou muita coisa, então, hoje em dia, na engenharia, existe **tabela** para tudo, de razão, de curva. Aí a gente foge muito do Cálculo e recorre direto à **tabela**, que, muitas vezes, é constituída de dados práticos, de dados reais, então a gente como engenheiro a gente procura ir pra esse lado, porque mesmo tu fazendo os cálculos bonitinho, a gente nunca **tem certeza**, quando chega no final do cálculo, [...] na prática, então a gente acaba fugindo um pouco da Matemática e vai muito pras **tabelas** práticas que os próprios fabricantes de equipamentos colocam e disponibilizam pra gente e a gente tem muito mais convicção de, antes de fazer um projeto, em buscar esses dados práticos e reais, então do que ir lá ficar calculando, calculando. Por exemplo, para projetos de subestações eu sei que muita coisa está tabelada, que toda aquela Matemática bonita lá, vira **tabelas**, que: “há, carga tal” olha pra tabelinha: “dispositivo tal”. Só que pra chegar nisso é muito arriscado tu colocar uma pessoa que não teve essa bagagem matemática [...] *Pesquisadora*: Que só usa essa tabela? *Entrevistado*: Só usa essa tabela, porque se tiver uma peculiaridade a mais ele não vai conseguir prever ou vai prever, mas pode dar um problema de falha de dimensionamento [...] ele vai ir na tentativa e erro, e a nossa ideia é que o engenheiro não seja na tentativa e erro.

O coordenador do curso de Engenharia de Controle e Automação também comentou que muitos cálculos, no cotidiano, são realizados por meio de *softwares*: “Então, eu te confesso que não vai fazer cálculos algébricos, têm *softwares*, tem simulação”. Dessa forma, isso mostra que no dia a dia, esses profissionais realizam e conferem os cálculos por meio de *softwares* e simuladores e não por cálculos manuais.

Outro fator mencionado para o uso de *softwares* foi a possibilidade de

visualização de projetos. O engenheiro civil anteriormente mencionado, em nova entrevista, conforme prezam Sampieri *et al.* (2013), ainda comentou acerca da importância do uso de *softwares* como o CAD para ilustrar ao cliente o projeto de uma construção. Por meio do CAD, o cliente consegue ter uma visão da planta baixa, bem como das vistas frontal, laterais, fundos, em perspectiva, e superior para ter uma ideia de como ficará o telhado.

As falas mostram a importância da utilização de ferramentas tecnológicas na resolução de problemas cotidianos de profissionais do mercado de trabalho atual. De acordo com Moraes (1999) *apud* Verticchio (2006, p. 63),

o engenheiro [...] está atuando em um cenário cibernético, informático e informacional que estão marcando, cada vez mais, o ritmo profissional, social e cultural da sociedade. A sociedade capitalista atual, que o engenheiro está inserido pode ser classificada como sendo informacional e globalizada.

Observa-se que o setor de produção de *software* no Brasil tem crescido muito nas últimas décadas. É o segmento que mais cresce dentro da indústria brasileira de Tecnologia da Informação (*hardware*, serviços e *software*).

Considerando as falas acerca do uso de planilhas e *softwares*, entrevistou-se, também o gerente responsável por uma das maiores empresas que atua no mercado de Tecnologia da Informação, no Vale do Taquari¹, desenvolvendo *softwares* para gestão corporativa. Perguntou-se para ele como operam com matemática na empresa. Ele comentou que

os *softwares* produzidos são construídos por partes, sendo que cada componente cobre uma certa problemática. Os componentes que incorporam cálculos matemáticos são componentes específicos, pois objetivam facilitar a vida do programador, uma vez que podem ser reaproveitados, não havendo a necessidade de se partir sempre do zero (Gerente da empresa de TI).

Segundo o referido gerente “tem componente pronto, por exemplo, do cálculo de vetor, distância, exemplos, que depois a gente utiliza, alimenta e aproveita o resultado, mas a matemática em si, ela foi elaborada só uma vez e depois reutilizada”. Complementa ainda, dizendo que “a matemática que nós usamos nas nossas aplicações são de certa forma financeira, são agregações, médias, cálculos básicos e trigonometria.” Ele chegou a fazer um levantamento observando que somente 1% das linhas de código de aplicação que utilizam envolvem diretamente cálculos matemáticos, mas salienta que

cálculos matemáticos são necessários sim, mas em uma proporção bem pequena, claro, dentro de nosso tipo de aplicação, claro que tem outras aplicações que talvez utilizam mais, nosso foco aqui é interface do usuário, somatório de resultados, e como é tudo componentizado, a matemática que o indivíduo tem que fazer é realmente pouco.

De posse desses resultados o grupo de pesquisa tem problematizado os resultados e discutido os diferentes jogos de linguagem matemáticos presentes, e

¹ Região na qual está inserida o Centro Universitário UNIVATES.

levado-os para sala de aula, para discutir com alunos das engenharias. Assim, entende-se que a pesquisa está promovendo movimentos de rupturas no currículo e promovendo reflexões sobre a cultura dos engenheiros.

A partir disso, um estudante formando da Engenharia Civil com atuação na área da construção civil manifestou interesse em contribuir. Assim, num encontro com o grupo de pesquisadores realizou-se a entrevista com ele. Várias perguntas foram feitas acerca de como opera com a matemática em sua prática laboral. Especificamente quando foi questionado sobre o uso de *softwares* respondeu: “eu uso muito é análise de gráfico, inclusive tridimensionais. Eu acho que essa parte de gráficos ela é fundamental pro engenheiro, o engenheiro tem que saber interpretar os gráficos e extrair o máximo possível de informações deles”. Em adição comentou que utiliza o *software* TQS, sendo este específico para o cálculo de concreto armado (estruturas). Por fim, salienta que a responsabilidade técnica é do engenheiro: “o *software* sempre diz que a responsabilidade é do engenheiro, não do *software*, o engenheiro tem que saber analisar os gráficos e informações que o *software* fornece”.

Aplicação da trigonometria e a divisão de figuras geométricas planas em triângulos retângulos

Outro jogo de linguagem identificado por meio das entrevistas e acompanhamento do cotidiano destes profissionais é a trigonometria, em especial os cálculos que têm relação ao seno, cosseno e tangente. Quando estes necessitam calcular áreas de figuras quaisquer, em especial triângulos, têm o hábito de partir a figura em triângulos retângulos, como afirma o engenheiro civil entrevistado:

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 (Engenheiro Civil 2).

O coordenador do curso de Engenharia Civil, ao ser indagado acerca do uso do seno, do cosseno e da tangente no triângulo qualquer, afirmou: “A gente procura transformar tudo [...]”, corroborando a prática de Engenheiro Civil. 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 utilizar, posteriormente, as razões trigonométricas no triângulo retângulo.

É interessante observar que essa forma de operar com a trigonometria também foi observada numa pesquisa realizada com estudantes de Engenharia da Univates. Estes ao calcularem a área de um quadrilátero tentaram subdividi-lo em triângulos, sendo alguns destes retângulos (NEIDE *et al*, 2013).

Ainda, o mesmo resultado é encontrado na entrevista com o estudante formando da Engenharia Civil. Sobre a trigonometria ele afirma usar “seno, cosseno, arcotangente, tangente”. O aluno ainda reforça usa a trigonometria em triângulos retângulos e qualquer, principalmente quando necessita definir os eixos das forças, ou fazer uma simples demarcação de terreno para fazer locação de edificação.

Assim, examinado as sistematizações feitas acerca da trigonometria, pode-se apontar que o forte uso da trigonometria por meio da divisão de figuras encontra-se arraigado nas formas de vida dos engenheiros, em especial, os engenheiros civis.

Uso de estimativas, cálculos orais, simplificações e arredondamentos

Por meio das entrevistas também foi possível verificar que os profissionais

usam estimativas, arredondamentos e dos cálculos orais, como mostra a fala de outro engenheiro civil:

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 [...] (Engenheiro civil 1).

O engenheiro civil 2 também em situações de arredondamentos afirma: “aí tu tem que arredondar para 5 ou para 0, o que ficar mais perto”. “Bom, fazendo uma estimativa que a Caixa [banco] calcula 700 reais o m², vai dar uma casa de no máximo tantos m²”.

Em outra situação, o engenheiro civil anteriormente citado comenta que uma casa para 6 pessoas residirem, conforme preveem as normas da cidade em que reside, necessita de uma fossa para tratamento de efluentes em que caibam 1975 litros. No entanto, para dimensionar um tanque capaz de armazenar esse volume, as dimensões (comprimento, largura e altura) nem sempre são exatas. Assim, é realizado um arredondamento “para cima” nas referidas medidas, para não infringir as normas, já que não pode ter capacidade menor do que a prevista.

A simplificação de problemas do cotidiano é outra característica comentada pelo engenheiro mecânico. Ele transforma figuras complexas e irregulares em regulares para facilitar o cálculo de volume, sem usar a integral.

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

Já o formando em Engenharia Civil quando questionado sobre a precisão dos cálculos e arredondamentos, comenta: “Eu acabo arredondando, mas claro, questão de poucas casas decimais, e claro, sempre jogando a favor da segurança, nunca contra. Então, tu acaba arredondando já pra ter uma margem de segurança um pouquinho maior né”.

Em oposição à matemática usualmente estudada em sala de aula, em que o uso de estimativa, dos arredondamentos e de simplificações pouco se faz presente, no cotidiano dos profissionais engenheiros ela se encontra de forma frequente. De acordo com Guimarães (2006), a disciplina de Cálculo, ministrada de forma clássica, prima por exercícios puramente algébricos e com poucas aplicações relacionadas ao cotidiano dos profissionais.

Segundo observações empíricas das autoras deste artigo, estas disciplinas se preocupam diretamente com a aplicação de fórmulas e regras de derivação e integração, a fim de que nas disciplinas subsequentes dos cursos, os alunos tenham a base necessária para enfrentá-las.

Uso de fórmulas de áreas e volumes e sistemas de medidas com suas conversões

Alguns entrevistados também comentaram o uso de conversões em sistemas de medidas em suas práticas cotidianas. O Engenheiro de Automação mencionou que alguns equipamentos utilizados em sua empresa são importados e vêm com sistemas de medidas não convencionais, diferentes das brasileiras. Aponta o profissional: “A parte de conversão é muito importante, vazões, litros por minuto, [...] nós temos equipamentos americanos, italianos [...] ingleses, então os manuais vêm com diversas unidades”.

Para o engenheiro mecânico saber dimensionar máquinas é relevante, visto que precisa saber calcular densidade de determinados produtos, bem como volumes e vazões.

Hoje eu faço [...] transportadora de farinha, de trigo, um transportador de rosca, então eu tenho que pegar densidade do produto, peso específico dele, volume [...]. Eu preciso calcular geralmente cubagem de silos, formatos ou cilíndricos ou cônicos, então eu uso muitos cálculos de volumes, vazões também, vazões de produto (Engenheiro Mecânico).

Outro engenheiro mecânico entrevistado e também professor num curso técnico comentou sobre a importância de se levar a unidade de medida junto quando da realização de um cálculo a partir de uma fórmula: “é importante levar a unidade junto porque se não fechar no final tu vai ver, opa, alguma coisa eu errei. Algum momento eu me passei na unidade, então é uma prova real que teu cálculo tá coerente”. Ele exemplifica a importância desse fato como uma maneira de entender o que se quer saber:

Antes a gente tinha dito que tensão é a força sobre área e eu quero saber o que? Força máxima, força passa a ser área x tensão. Pô, professor, porque a gente precisa transformar a equação? O pessoal quer a equação pronta, né, mas a gente sabendo uma, tem que saber as outras, só tem que saber as regras de isolar, né. Ok, eu tenho que saber força máxima porque eu to limitando a tensão de escoamento, né, que é no máximo 210 newton/mm². Eu tenho a área? Eu tenho o diâmetro, que é 25mm, então eu uso a fórmula da área, e tendo o diâmetro eu tenho a área. Área da secção circular, substitui, $25^2 \times \pi/4$, 480,87, o que, que medida? Isso é importante também, se eu joguei 25^2 , era mm, então fica mm², então já temos mais um dado. 480,87mm² multiplicado pela tensão de escoamento dividido por mm², né, então vai sobrar o que? Newton é uma unidade de força. Então isso dá 482,7 newton, né, ou 100,98 quilonewton, ou também, ó, tudo é calculo, um quilograma força equivale a 9,8 newton, né, geralmente a gente arredonda e faz 10, então também posso fazer essa conversão.

Ainda durante as entrevistas, levando em consideração as falas dos entrevistados e problematizando a inclusão das disciplinas de cálculos eles mencionaram que estas necessitam estar presentes em seu currículo uma vez que estimulam a pensar, a raciocinar rápido, a ter uma boa dinâmica. Um dos engenheiros mecânicos entrevistados comenta que: “eu diria que é muito importante em primeiro momento por desenvolver a capacidade de pensamento e por me trazer a noção da origem do que eu vou utilizar”.

Considerações finais

A investigação aqui apresentada se propôs a apresentar resultados parciais da pesquisa que visa a verificar quais são os jogos de linguagem matemáticos que emergem das observações das práticas laborais de um grupo de engenheiros e suas semelhanças de família com aqueles gestados nas disciplinas de Cálculo.

Os resultados da pesquisa apontam que os campos de atuação dos engenheiros são múltiplos, porém, na visão dos entrevistados, é consenso que o conhecimento da matemática acadêmica é fundamental, contribuindo com a capacidade de resolver problemas oriundos das práticas laborais. Bazzo e Pereira (2006, p. 201) reforçam que uma das atividades principais de um engenheiro é a resolução de problemas, e para tanto devem ter consciência de que “aprender a dominar a matemática não é uma opção, é uma preocupação fundamental para quem quer dispor de uma das ferramentas mais importantes e potentes para solucionar problemas em engenharia” (ibid, p. 264).

Além disso, Bazzo e Pereira (2006, p. 84) ainda mencionam que “A capacidade de identificação e resolução de problemas - não só os eminentemente técnicos - e o raciocínio analítico e sintético no enfrentamento de questões das mais diversas ordens fazem de fato diferença”. De alguma forma, essa competência para tratar de problemas técnicos também se estende a questões sociais, e cada vez mais se faz sentir na atuação profissional. Aliás, a atitude de pensar, a cada dia que passa, precisa receber mais atenção, notadamente quando da formação profissional, caminhando no sentido, quem sabe, de formar o que se pode chamar de um *engenheiro cidadão*.

Os entrevistados afirmam que o uso de *softwares* e tabelas proporciona agilidade e precisão, ampliando as possibilidades de elaboração de projetos. Segundo Bazzo e Pereira (2006, p. 264) “as técnicas de computação são indispensáveis no uso da matemática, para extrair mais benefícios de sua aplicação. Computadores aceleram em milhares de vezes os cálculos, fazendo com que os modelos matemáticos tenham sua capacidade de previsão aumentada”.

A pesquisa aponta dados que mostram que a maior parte dos engenheiros entrevistados utiliza, nas suas práticas laborais, *softwares*, tabelas ou planilhas prontas, que facilitam e agilizam o trabalho.

Quanto aos arredondamentos, cálculos orais e simplificações, estas são realizadas usualmente em suas práticas, em especial na construção de prédios, equipamentos e máquinas. Examinado as falas pode-se perceber que estes jogos de linguagem matemáticos não são usualmente problematizados em sala de aula.

No que tange aos sistemas de medidas, os engenheiros afirmaram usá-los cotidianamente, pois lidam com medidas e não apenas números. Em adição, mencionaram a importância de conhecer conversões de sistemas de medidas. Alguns profissionais como o engenheiro professor mencionou a relevância de discutir este assunto em sala de aula e usualmente discute acerca disso com seus alunos.

Em síntese, pode-se inferir que há semelhanças de famílias entre os jogos de linguagem matemáticos que emergiram das práticas laborais com os conteúdos gestados nas disciplinas de Cálculo, em especial nos trigonométricos, de volume, de áreas e sistemas de medidas Também se observam diferenças como cálculos orais, arredondamentos diversos e estimativas, temas que pouco são explorados em sala de aula.

Referências:

ARAÚJO, F. J. C. et al. (2007). Dificuldades encontradas por iniciantes nos cursos de engenharia da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2007/artigos/390-Francisco%20Jos%C3%A9%20Costa%20Araujo.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

CHEMIN, B. F. (2012). Manual da Univates para trabalhos acadêmicos: planejamento, elaboração e apresentação. 2 ed. Lajeado: Ed. Univates. 315 p.

CONDÉ, M. L. L.. (1998). *Wittgenstein linguagem e mundo*. São Paulo: Annablume, 1998.

CONDÉ, M. L. L. (2004). *As teias da razão: Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna*. Belo Horizonte: Argvmentvm.

GATTI, B.; ANDRÉ, Marli (2010). "A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em Educação no Brasil". In: WELLER, Wivian; PFAFF, Nicole. *Metodologias da pesquisa qualitativa em Educação: Teoria e Prática*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010, p. 29-38.

GUIMARÃES, O. L. C. (2006). *Cálculo Diferencial e Integral: do algebrismo às representações múltiplas*. Extraído de <http://www.upf.br/cobenge2006_cobenge2006@upf.br>. Acesso em: 01 set. 2014.

KNIJNIK, G. et al. (2012). *Etnomatemática em movimento*. Belho Horizonte: Autêntica.

LANKSHEAR, C., KNOBEL, M. (2008). *Pesquisa Pedagógica do projeto à implementação*. Porto Alegre: Artmed, 326 p.

NEIDE, I. G. et al. (2013). *Problematizando modelagem matemática por meio de uma situação-problema identificada na prática laboral de um engenheiro civil*. Caderno Pedagógico, Lajeado: Ed. Univates, v. 10, n. 1, p. 79-95.

PFAFF, N. (2010). Etnografia em contextos escolares: pressupostos gerais e experiências interculturais no Brasil e na Alemanha. In: WELLER, Wivian; PFAFF, Nicole, *Metodologias da Pesquisa qualitativa em Educação*. Petrópolis, RJ: Vozes. p. 254-270.

QUARTIERI, M. T.; BORRAGINI, E. F.; DICK, A. P. (2012). *Superação de dificuldades no início dos cursos de engenharia: introdução ao estudo de Física e Matemática*. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103697.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

REHFELDT, M J. H; QUARTIERI, M. T.; AHLERT, V.. (2011). *Estudo da evasão acadêmica, dos trancamentos de disciplinas e das monitorias oferecidas no Centro Universitário UNIVATES*. Relatório final de Pesquisa. Lajeado.

REZENDE, W. M. (2003). *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.

SAMPIERI, R. H. *et al.* (2013). *Metodologia de pesquisa*. Porto Alegre: Penso, 624 p.
SANTOS, C. J. B. M. *et al.* (2012). *A inserção dos estudantes de engenharia na Universidade e as dificuldades de adaptação*. Extraído de: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103014.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2014.

SILVA, D. P. A. *et al.* (2013). *Monitoria acadêmica: a importância na vida acadêmica dos alunos de engenharia, para a disciplina de circuitos elétricos*. Disponível em: <http://www.fadep.br/engenharia-eletrica/congresso/pdf/118494_1.pdf>. Acesso em: 01 set. 2014.

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

WITTGENSTEIN, L.(1991). *Investigações filosóficas*. São Paulo: Nova Cultural.