

Gramática e números: formas de vida e jogos de linguagem matemáticos

Grammar and numbers: life forms and mathematical language games

Ieda Maria Giongo

igiongo@univates.br

Mariana Torreão Monte

mariuesb@yahoo.com.br

Resumo

O artigo apresenta alguns resultados de uma investigação que teve por objetivo central problematizar uma prática pedagógica efetivada na disciplina de Cálculo II, em um Curso de Engenharia da Computação. Tendo como aportes teórico-metodológicos o campo da Etnomatemática em seus entrecruzamentos com as ideias da maturidade de Ludwig Wittgenstein e algumas ferramentas foucaultianas, a prática pedagógica investigativa ocorreu numa turma composta de 30 estudantes que cursavam a disciplina Cálculo Diferencial e Integral II. O material de pesquisa se constituiu de diário de campo da professora pesquisadora, entrevistas, gravadas e transcritas, realizadas com um grupo de engenheiros; filmagens dos encontros da prática pedagógica e relatórios e *papers* produzidos pelos estudantes. A análise do material de pesquisa permitiu compreender que a matemática acadêmica é uma etnomatemática e, como tal, faz parte da formação dos engenheiros e seus saberes. Entretanto, é potente a abertura, nas disciplinas de Cálculo, para a linguagem dos profissionais da área, pois seus planejamentos e objetos de trabalho podem enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem na graduação dos estudantes.

Palavras-chave: Etnomatemática. Cálculo. Engenharia. Ensino.

Abstract

This article presents some outcomes of an investigation whose main purpose was problematizing an educational practice carried out in Calculus II, in the program of Computer Engineering. This educational practice was theoretically and methodologically supported by the field of Ethnomathematics and its intertwining with Ludwig Wittgenstein's ideas on maturity and some foucauldian tools; it was carried out in a class with 30 students who attended Differential and Integral Calculus II. The material constituting this research was: the professor/researcher's journal, recorded and transcribed interviews done with a group of engineers; shootings of the educational practice

meetings and reports and papers produced by the students. Analysis of the research material led to the understanding that academic mathematics is an ethnomathematics and, as such, it is part of engineers' education and knowledge. Therefore, it would be very productive to open up space for focusing the language used by the area professionals in the Calculus classes, once their planning and work objects may enrich the teaching and learning processes in these students' major.

Keywords: Ethnomathematics. Calculus. Engineering. Teaching.

Da emergência da temática de investigação

Esse artigo evidencia, a partir dos resultados de uma prática pedagógica investigativa efetivada com uma turma de estudantes de Cálculo II de uma faculdade baiana, um conjunto de resultados que apontam para jogos de linguagem matemáticos atinentes à forma de vida laboral dos discentes e possíveis semelhanças destes com aqueles usualmente presentes na matemática acadêmica. A investigação foi gerada por conta da insatisfação da professora pesquisadora com o baixo rendimento dos alunos dos cursos de Engenharia, notadamente nas disciplinas vinculadas aos cálculos. Estas dificuldades presentes em dimensões significativas eram de toda ordem, resultando em erros comuns de Álgebra e Aritmética e, sobretudo, na incompreensão, por parte dos alunos, da utilidade dos conteúdos ministrados na prática profissional.

Inicialmente, optou-se por averiguar estudos inerentes à temática pois há inúmeras investigações acerca das assim chamadas dificuldades nas disciplinas de Cálculo. Dentre estas, figuram as de Jesus, Lucas e Mapa (2010), Nascimento (2000) e Mello, Mello e Fernandes (2001) e Kurata (2007). O estudo do primeiro trabalho permitiu refletir acerca das constantes reprovações nas disciplinas de Cálculo nos mais variados cursos de graduação em todo o país. Por conta do insucesso dos estudantes de graduação, a investigação de Nascimento (2000) já apontava para a necessidade de alternativas metodológicas no que concerne à docência de cálculos. O autor menciona, dentre outros, a potência de práticas pedagógicas mais interativas e de construção coletiva. Na mesma ótica, Mello, Mello e Fernandes (2001) descrevem uma série de modificações curriculares de Cálculo I na Universidade Federal Fluminense, expressando, também, uma análise das causas de sucessos e fracassos dos estudantes envolvidos. A investigação de Kurata (2007, p. 13) também aponta para questões semelhantes, ao afirmar que “as altas taxas de evasão no ensino superior não

são diferentes dos ciclos anteriores, e o principal motivo não é o econômico, mas a qualidade discutível do ensino”.

Em efeito, tanto na educação básica quanto no ensino superior, frequentemente a Matemática é temida pelos estudantes, sobretudo porque é uma das disciplinas que mais reprova. Ademais, tem acumulado deficiências de aprendizagem de toda ordem e focar em apenas uma troca de metodologia de ensino não tem se revelado muito “eficaz” para amenizar os fenômenos da evasão e da repetência.

Essas ideias, dentre outras, auxiliaram nas reflexões da professora pesquisadora e foram centrais para a emergência de uma investigação que enveredasse por caminhos distintos das já efetivadas, pois, apesar da existência de inúmeras pesquisas que abordam questões como evasão, repetência e dificuldades de aprendizagens, estas ainda persistem. Havia, assim, o propósito de construir uma prática pedagógica investigativa que considerasse, sobretudo, como engenheiros operam com a matemática em suas práticas laborais.

Para tal, o primeiro passo consistiu numa “proposta diferenciada” focando em questões pedagógicas específicas da disciplina Cálculo I do Curso de Engenharia Elétrica da referida faculdade. A decisão implicou na realização de uma pesquisa de campo, com a aplicação de questionários e a construção de um vídeo de um psicodrama em sala de aula para buscar possíveis soluções para as assim chamadas dificuldades de aprendizagem dos estudantes. A referida prática evidenciou a importância de se operar com conteúdos matemáticos vinculados à forma de vida dos profissionais da Engenharia, razão qual se optou pela expansão da mesma, originando, assim, nova investigação.

Assim, a questão central desta investigação consistiu em problematizar as possibilidades e limitações da inserção, na disciplina Cálculo II do Curso de Engenharia da Computação de uma faculdade particular baiana, de atividades vinculadas às práticas laborais dos profissionais da área. Por conta disso, foi necessário examinar como um grupo de engenheiros opera com conceitos matemáticos em suas práticas laborais e elaborar e explorar uma prática pedagógica neles centradas.

Na próxima seção serão explicitadas as questões metodológicas que foram centrais para a emergência do material de pesquisa e sua consequente análise.

Da metodologia

Metodologicamente, a investigação se caracteriza como de cunho qualitativo, referenciando-se na perspectiva foucaultiana de análise de discurso. Nesse referencial, o

método de pesquisa não é dado a *priori* tampouco possui uma essência própria ou separação entre teoria e prática pois,

Na verdade, tudo é prática em Foucault. E tudo está imerso em relações de poder e saber, que se implicam mutuamente, ou seja, enunciados e visibilidades, textos e instituições, falar e ver constituem práticas sociais por definição permanentemente presas, amarradas às relações de poder, que as supõem e as atualizam. Nesse sentido, o discurso ultrapassa a simples referência a coisas, existe para além da mera utilização de letras, mera expressão de algo: apresenta regularidades intrínsecas a si mesmo, através das quais é possível definir uma rede conceitual que lhe é própria (FISCHER, 2000, p. 200).

O objetivo não foi a busca por mais uma teoria ou um método, mas sim por uma prática em que os saberes não fossem hierarquizados, mas que revelassem possibilidades de sentido e que permitissem a emergência de novos conhecimentos. Alfredo Veiga-Neto (2009), em seu texto denominado “Teoria e Método”, reportando-se a Michel Foucault, aponta que “foi parecendo cada vez menos importante e interessante buscar as supostas verdades sobre método e teoria, e cada vez mais importante e interessante examinar como funciona, aqui e ali, um determinado método ou uma dada teoria, bem como eles se articulam entre si (2009, p. 86).

A citação acima pode nos levar a pensar que, ao navegar na pesquisa em numa inspiração Foucaultiana, o caminho é construído durante a viagem e o método escolhido é atravessado pela pesquisa e seus acontecimentos. Assim, para o citado filósofo, é preciso compreender que a linguagem não é concebida como um instrumento de ligação entre o pensamento e os objetos, mas uma estrutura constitutiva do pensamento e do sentido que damos às coisas. Esse entendimento rejeita a ideia da linguagem como representação do mundo, como algo estático e passivo, mas vista como movente e potente na construção dos sentidos. Por isso, existe a necessidade de escuta atenta às enunciações dos sujeitos em atividade nas práticas da pesquisa e compreender que, para Foucault (2002, p. 88-89), “o método [de pesquisa] não é um caminho seguro como queriam Descartes e Ramus, até porque nada mais é seguro, previsível: nem os pontos de saída, nem o percurso, nem os pontos de chegada”. Nessa ótica, ainda para o filósofo, “não há um solo-base externo por onde caminhar, senão que, mais do que o caminho, é o próprio solo sobre o qual repousa esse caminho que é construído durante o ato de caminhar” (FOUCAULT, 2002, p. 89).

Com essas premissas, aprendemos com Veiga-Neto (2003, p. 108) que “o discurso não é simplesmente aquilo que traduz as lutas ou os sistemas de dominação, mas aquilo por que, se luta, o poder do qual nós queremos apoderar”. Assim, compreendemos que as “verdades”

matemáticas próprias do grupo de estudantes de engenharia emergiram dos discursos sobre suas práticas. Entretanto, elas não são gerais, adotadas por todos de um mesmo modo; ao contrário, são concebidas e expressas mediante a linguagem utilizada por um grupo, com suas especificidades. Não se trata, portanto, de aqui propor soluções únicas para o ensino de Matemática nos cursos de Engenharia, mas de não aceitar silenciosa e passivamente que se trate de algo dado como pronto, acabado. Neste sentido, o trabalho da pesquisa resulta em verdades contingentes, situadas e datadas.

Por conta disso, selecionaram-se como sujeitos de pesquisa trinta alunos que, no segundo semestre de 2014, cursavam a disciplina de Cálculo II no curso de Engenharia da Computação numa faculdade particular baiana. Com o intuito de compreender a matemática praticada por engenheiros da Computação também foram selecionados três engenheiros que, além de ministrarem aulas no referido curso, dois também atuavam em empresas externas à Instituição. Especificamente, havia o intuito de examinar como este grupo de engenheiros opera com conceitos matemáticos em suas práticas laborais e elaborar e explorar uma prática pedagógica nelas centrada. Nessa ótica, seria necessário entrevistar e acompanhar as práticas laborais de engenheiros diretamente envolvidos com o curso onde seria desenvolvida a prática pedagógica.

Em efeito, os três profissionais entrevistados – e cujas práticas laborais foram observadas – estavam também ligados ao curso de Engenharia da Computação da Instituição, ministrando regularmente disciplinas no curso. A engenheira 1 também trabalhava numa empresa, mais especificamente no Laboratório de Automação e Controle, e sua função estava diretamente ligada à modelagem de sistemas robóticos. Em suas atividades, era recorrente o uso do *software Matlab*, sendo necessárias tabelas de integrais na criação de um modelo dinâmico para o cálculo da aceleração e da velocidade, isto é, os fenômenos da natureza que atuavam nos modelos para uma simulação do mundo real. Na época, a professora também atuava num projeto conveniado à Petrobrás que visava diminuir custos de manutenção e aumento da vida útil dos equipamentos utilizados nos poços de petróleo.

O engenheiro 02, da Computação, atuava somente na Instituição onde a prática pedagógica foi desenvolvida e gerenciava o setor de Tecnologia da Informação (TI). Operava basicamente com desenvolvimento de *softwares*, infraestrutura e manutenção de equipamentos e gestão de serviços e sistemas e lidava, frequentemente, com os *softwares Matlab, Geogebra e Autocad* e alguns desenvolvidos pela própria equipe, sob demanda da Instituição.

O engenheiro 03 – da Computação e Elétrica – era também coordenador de tecnologia da rede de televisão local, sendo responsável pela manutenção e operação de todos os equipamentos destinados à captação, edição, exibição, transmissão e arquivamento do conteúdo televisivo. Na época das entrevistas e do acompanhamento das atividades laborais, estava sendo construído um novo espaço de trabalho e o profissional estava fazendo uso do *software Autocad*. Também fazia uso frequente do *Excel*, planilha eletrônica, *Geogebra* e calculadora 50G.

Os cuidados com a ética em pesquisa foram contemplados, também, por meio da explicitação, na turma, dos objetivos e da metodologia de pesquisa. Ademais, todos os envolvidos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e outro de Cessão de Imagens tendo em vista que o material de pesquisa se constituiu em observações no diário de campo da professora pesquisadora, materiais escritos e produzidos pelos estudantes e gravações em vídeo e áudio das aulas. Para preservar a identidade dos entrevistados os professores engenheiros serão denominados engenheira 01, engenheiro 02 e engenheiro 03. Os estudantes serão denominados por “aluno”.

Além do intercâmbio entre os saberes e sua contribuição para a prática da docência, o depoimento da Engenheira 01 - “quando cheguei para trabalhar aqui como professora já atuava como engenheira [...] a minha prática como engenheira ajudou na minha docência” - comprova que as referidas práticas estavam imbricadas em sua forma de vida, isto é, a atuação como docente e como engenheira estava atravessada, uma fazia parte da outra e ambas exigiam aprimoramento constante. Considerando-se que, para Foucault, nenhum enunciado é neutro, os discursos travam jogos de poder e interesses, domínio e resistência. Em efeito:

Descrever uma formulação enquanto enunciado não consiste em analisar as relações entre o autor e o que ele disse (ou quis dizer, ou disse sem querer); mas em determinar qual é a posição que pode e deve ocupar todo indivíduo para ser seu sujeito (FOUCAULT, 2002, p. 109).

Ao considerar as enunciações dos engenheiros e dos estudantes na perspectiva de Foucault (2002, p. 135), é necessário compreender que “[...] discurso é um conjunto de enunciados que se apoiem na mesma formação discursiva”. Por isso, com base nas entrevistas realizadas com os engenheiros da Computação, a primeira ideia de investigação abrangeu a compreensão da introdução de *softwares* em geral com cálculos, o que provocou uma mudança nas aulas. Esta não ocorreu de forma tranquila, já que, como geralmente acontece, trouxe inquietações e inseguranças. O fato é que foi necessário acelerar os conteúdos da disciplina Cálculo II para abrir espaços à realização da intervenção. Essa foi a parte mais

difícil da pesquisa, pois o controle acadêmico era rígido e não permitia brechas; logo, foram necessárias várias combinações e negociações com os alunos.

Os engenheiros da Computação, em suas funções, dispunham da presença das tecnologias, sempre com o auxílio de algum *software*, não havendo, portanto, a necessidade de efetuarem os cálculos pelas regras e métodos de integração ou de derivação manual. Ademais, toda a prática desses profissionais envolviam conceitos específicos, por meio dos quais procuravam analisar e solucionar algum problema.

Assim, após o acompanhamento das práticas laborais dos engenheiros, surgiu outro esboço para a elaboração das atividades que seriam problematizadas com os alunos. Para a realização da prática pedagógica, foram utilizados *softwares* como ferramenta computacional. A escolha dos *softwares* se deveu à constatação de sua vasta utilização pelos citados profissionais.

Desse modo, foram realizados 10 encontros com os estudantes, contendo 7 atividades e 1 palestra, com duração de 2 horas/aulas cada, nos meses de setembro e outubro. A turma, composta de 30 alunos, cursava o segundo semestre matutino de Engenharia da Computação, na disciplina Cálculo Diferencial e Integral II. É importante ressaltar que, dos matriculados, 10 não frequentaram as aulas desde a primeira unidade. Em meados de outubro, houve duas evasões.

Em síntese, as atividades desenvolvidas constaram de: a) resolução de funções no *software Geogebra*; b) problemas utilizando o *software Matlab*; c) apresentações das equipes sobre construção de um *software* ou *hardware* utilizando integral; d) resolução de um problema específico da prática laboral do engenheiro da Computação, utilizando o *Matlab*, em ação conjunta com a engenheira 01 e seus alunos da disciplina de Análise de Sinais; e) relatório dos estudantes, em dupla, sobre a prática pedagógica; f) construção de um *paper*, pelos estudantes, sobre a construção do *software* ou *hardware* e g) palestra com o professor da disciplina de Robótica.

Os dados gerados com as entrevistas, acompanhamento das práticas laborais e a docência na turma de estudantes de Engenharia da Computação, imbricados com o referencial teórico escolhido para sustentar a investigação, permitiram inferir, dentre outros, que a matemática acadêmica é uma etnomatemática e, como tal, faz parte da formação dos engenheiros e seus saberes. Entretanto, é potente a abertura, nas disciplinas de Cálculo, para a linguagem dos profissionais da área, pois seus planejamentos e objetos de trabalho podem enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem na graduação dos estudantes. Essas

ideias serão discutidas na próxima seção.

Dos aportes teóricos e da análise dos materiais de pesquisa

Na década de 1970 emergiu a expressão Etnomatemática, cunhada pelo professor Ubiratan D’Ambrósio. O primeiro exemplar da revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), publicada em 1993, teve seu número dedicado a Etnomatemática: um “Programa”, ocasião em que D’Ambrósio introduz um conceito.

O que eu chamo de Programa Etnomatemática é um programa de pesquisa no sentido lakatosiano que vem crescendo em repercussão e vem mostrando uma alternativa válida para um programa de ação pedagógica. Etnomatemática propõe um enfoque epistemológico alternativo associado a uma historiografia mais ampla. Parte da realidade e chega, de maneira natural e através de um enfoque cognitivo com forte fundamentação cultural, à ação pedagógica (1993, p. 6).

O programa Etnomatemática é, portanto, dedicado à pesquisa associada à ação pedagógica e o sentido possuindo uma relação estreita com a história dos povos, as diversas culturas e maneiras de resolver problemas inerentes às práticas matemáticas. Citando D’Ambrósio (2002, p. 17), uma das faces mais importantes da etnomatemática “é procurar entender o saber/fazer matemático ao longo da história da humanidade, contextualizado em diferentes grupos de interesse, comunidades, povos e nações”. Nesse referencial teórico, a noção de cultura é central. Nessa ótica, a matemática produzida em diferentes culturas está em constante transformação, sendo reconstruída, adquirindo novos significados. Então,

A cultura é um conjunto de objetos, de saberes e tecnologias, de valores, de mitos, de ritos, de linguagem e de formas de compreender o mundo, que estão sempre se modificando. Nessa perspectiva, a cultura não é um produto e sim uma produção que ocorre em diferentes contextos de relações sociais que assumem. Para cada povo, diferentes significados. Da mesma forma, sendo um conhecimento criado no interior das culturas, o conhecimento matemático está sempre sendo produzido, redefinido, recriado, enfim, está sempre adquirindo diferentes significados e formas para diferentes povos, é por isso que dizemos que o conhecimento matemático não é único, mas que existem vários e dinâmicos saberes matemáticos (D’AMBRÓSIO, 2002, p. 213).

De início, os pesquisadores etnomatemáticos estavam centrados em resgatar os saberes e fazeres das culturas tidas como marginalizadas e, por meio de práticas pedagógicas, dar visão aos distintos modos de tais grupos operarem com a Matemática, o que revela um esforço voltado para o vínculo social. Eduardo Sebastiani pode ser considerado o pioneiro neste tipo de investigação pois,

Se D'Ambrósio é posicionado como aquele que instituiu a Etnomatemática como uma perspectiva da Educação Matemática, Eduardo Sebastiani (1991); 1993; 1994) foi o pioneiro no Brasil, em trabalhos de campo nessa área, quando realizou e orientou investigações cujas as pesquisas empíricas se desenvolveram em regiões da periferia urbana de Campinas em comunidades indígenas do alto do Xingu e do Amazonas (KNIJNIK et al., 2012, p. 19).

A Etnomatemática surgiu, conforme as citadas autoras, de uma relação estreita com a vida, as culturas e as diferentes formas de saberes, articulando o saber escolar e acadêmico com o das outras formas de viver, demonstrando sua polissemia e compreensão da complementaridade desses saberes. Uma das primeiras aproximações da Etnomatemática foi com a área da psicologia cognitiva como relatam Knijnik et al. (2012, p. 20):

Ainda no que estamos denominando de uma primeira fase das pesquisas nacionais que, de algum modo, se aproximam da Etnomatemática, destacamos trabalhos na área da Psicologia Cognitiva de Nunes (1992), Schlieman, Carraher, Carraher (1998) e Carraher (1991) e seus orientandos que, naquele período integravam o Programa de Mestrado em Psicologia Cognitiva da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Seus estudos examinavam as conexões entre conhecimentos obtidos e praticados em atividades cotidianas da vida social fora da escola e aqueles ensinados pelo de escolarização.

Assim, a Etnomatemática é um programa aliado a uma prática pedagógica, e requer escolhas metodológicas. É polissêmico e abre um espectro de perspectivas e tendências, dialogando com fazeres e saberes diversos impedindo, assim, a imposição de regras absolutas. Em efeito, Knijnik et al. (2012, p. 23) afirmam que “A Etnomatemática, desde sua emergência, vem se constituindo como um campo vasto e heterogêneo.” Um dos entendimentos dado ao termo está alicerçado na produção acadêmica do GIPEMS – Grupo Interinstitucional de Pesquisa em Educação Matemática e Sociedade – que faz uso, em sua formulação das ideias da maturidade de Ludwig Wittgenstein e de algumas ferramentas do pensamento foucaultiano. Assim,

De modo sintético, temos concebido nossa perspectiva Etnomatemática como uma “caixa de ferramentas” que possibilita analisar os discursos que instituem as Matemáticas Acadêmica 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).

De fato, as ideias de Wittgenstein, em sua fase da maturidade, têm sido um dos referenciais teóricos que sustenta o campo da Etnomatemática. Giongo (2008), em sua tese de doutoramento, argumenta que nesta fase de suas teorizações, o filósofo passou a ser conhecido como “Segundo Wittgenstein”, ao declarar a impossibilidade da existência de uma única linguagem. Nessa ótica, o “Segundo Wittgenstein concebe a linguagem não mais com

as marcas da universalidade, perfeição e ordem, como se preexistisse às ações humanas” (KNIJNIK et al., 2012, p. 29), o que permite que se aponte para a problematização da “noção de racionalidade total a priori, apostando na constituição de diversos critérios de racionalidade” (2012, p. 29). A esse respeito, Condé (1998, p. 92) alude que

[...] não existe a *linguagem*, mas simplesmente *linguagens*, isto é, uma variedade imensa de usos, uma pluralidade de funções ou papéis que poderíamos compreender como jogos de linguagem. Entretanto, como também não há uma função única ou privilegiada que possa determinar algum tipo de essência da linguagem, não há também algo que possa ser a essência dos jogos de linguagem.

Assim, pensar em jogos de linguagem matemáticos implica em assumir a quebra da linguagem como representação. Quando se passa de um jogo de linguagem para outro desaparecem ou aparecem características, como acontece em jogos esportivos, onde cada um tem suas regras próprias e características distintas. Dessa maneira, Condé (1998, p. 96-97) expressa que “[...] assim como na passagem de um jogo qualquer para outro aparece ou desaparece um determinado traço característico [...] também, nos diversos jogos de linguagem aparecem ou desaparecem traços característicos”. O próprio Wittgenstein expressa que “pode-se, para uma *grande* classe de casos de utilização da palavra ‘significação’ – se não para *todos* os casos de sua utilização – explicá-la assim: a significação de uma palavra é seu uso na linguagem” (WITTGENSTEIN, 1991, p. 28). [grifos do autor]

A ideia de que a matemática acadêmica é uma etnomatemática e, como tal, faz parte da formação dos engenheiros e seus saberes e de que é potente a abertura, nas disciplinas de Cálculo, para a linguagem dos profissionais da área está alicerçada nas ideias de Wittgenstein (1991) para quem o sentido de uma palavra é dado pelo seu uso. Em efeito, nas entrevistas com os profissionais de Engenharia da Computação emergiu a ideia de que eles não operam com conteúdos matemáticos da mesma forma que na Academia e utilizam, frequentemente, *softwares* para resolução destes. Entretanto, alguns conceitos da matemática acadêmica continuavam presentes nas atividades laborais dos engenheiros.

Engenheiro 03: Na prática da Engenharia da Computação tem que utilizar softwares como ferramenta, pois na maior parte o papel do engenheiro é suprir a demanda de dois profissionais: o do analista de sistemas de informação e do engenheiro eletricitista. **Não existe Engenharia da Computação sem software. O exercício na mão à maneira da educação tradicional aliado aos programas parece dar um ganho de aprendizagem e a tradução de um saber para outro. Reforça a compreensão do assunto.** Vimos isso muito claramente no

exemplo que te mostrei anteriormente. Agora, se você quer uma indicação de programas que os engenheiros da Computação trabalham temos o “*Geogebra*”, o “*Matlab*”. Mas, como eu gosto de programar, eu mesmo fiz o *software* que trabalho aqui na [nome da faculdade] Atualmente a faculdade está me solicitando muitos softwares específicos, estes devo construir todos aqui na T.I. que é responsável por esta parte de tecnologias. **Pelo meu conhecimento, sei que tenho que utilizar a série de Fourier e a transformada de Fourier, pois posso identificar a frequência e verificar onde houve uma falha num determinado ponto.** O ouvido humano não consegue detectar onde gerou esta falha, mas um software apropriado calculará e achará esse erro. **Usaremos o conhecimento sem calcular.**

Engenheira 01: Eu particularmente uso a integral para detectar o ruído de uma máquina. **E uso o *Matlab* para fazer esses cálculos da integral, pois são muitos dados a serem manipulados e não teria como ser realizada a mão.** Com o *Matlab* consigo respostas em curto período de tempo. Aqui na empresa todos nós trabalhamos com ele.

As enunciações dos docentes - tais como “não existe Engenharia da Computação sem software” e “pelo meu conhecimento, sei que tenho que utilizar a série de Fourier e a transformada de Fourier” - fez com que a prática pedagógica da professora pesquisadora fosse modificada, por compreender que seus jovens estudantes transitavam por várias formas de vida, dentre eles, a acadêmica, a dos jovens de suas “tribos” (o que inclui ou uso constante de tecnologias digitais) e pela dos engenheiros graduados, quando frequentavam as disciplinas ministradas pelos docentes entrevistados. Assim, o uso de *softwares* passou a fazer parte das aulas de Cálculo II, dentre eles o *Geogebra* e o *Matlab*, permitindo a emergência de muitos questionamentos por parte dos estudantes. Com relação a isso, importa neste momento destacar algumas enunciações da docente e de seus estudantes.

Professora pesquisadora: Nossa primeira atividade será realizada no software *Geogebra*. Esses exemplos que aplicaremos no *software* são as mesmas que fiz na aula anterior no quadro branco. Abram na área de trabalho do computador de vocês. Quem pesquisou alguma coisa sobre o software *Geogebra*? E o que observaram sobre ele? Do que se trata? Gostaram?

Aluno: Trata-se da qualidade no gráfico. Adorei e achei muito fácil, viu professora?

Aluno: Ele é em português.

Aluno: Ele é bem simples.

Aluno: É livre.

Aluno: Conseguimos, mas, fizemos de outra maneira, usando barra deslizante, pesquisamos e encontramos essa maneira. Você pode pegar área total.

Aluno: Faça-me um favor professora, olhe o meu. Tem umas fórmulas aqui, fração e texto.

Professora pesquisadora: Muito bem. Alguém está com alguma dificuldade?

Aluno: Não estou conseguindo.

Professora pesquisadora: O comando está errado. Observe novamente como é o comando.

Aluno: Foi mesmo pró, que burrice, não coloquei os parênteses no intervalo de integração. Faltou uma vírgula também.

Professora pesquisadora: Correto.

Aluno: O comando que vou usar é integral sobre área? Depois de lançar as duas funções. O erro foi no lançamento? Hum, temos que lançar o $f(x)$ em vez de y ?

Aluno: Professora temos que usar a linguagem de programação, né? Aquela “sqrt” pra raiz, né?

Aluno: Professora o nosso também deu negativo, é a mesma coisa? O comando é $\text{Shif} + \wedge$ desse x da primeira função, que é 3?

Uma pesquisa prévia sobre o *Geogebra* foi solicitada, principalmente sobre integral e cálculo de área, visando uma aproximação dos alunos com o *software*. No primeiro encontro, foi apresentado o *software*, por meio do cálculo de área das funções e observando a facilidade que os gráficos produziam para a compreensão do conteúdo de Integral. Knijnik et al. (2012, p. 30) aludem que “[...] as 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”. Nessa experiência educacional, por um lado, a professora pesquisadora – que ocupava uma posição fortemente vinculada à forma de vida acadêmica - transitou pela forma de vida estudantil e dos engenheiros. Por outro, os alunos também transitaram pela forma de vida acadêmica e dos engenheiros. Essas ideias estão expressas nos excertos a seguir, extraídos dos encontros gravados e transcritos, por ocasião da apresentação do *software* criado pelos estudantes.

Aluno: No dia da apresentação de nosso trabalho, o professor de Programação [nome do professor] chegou e falou comigo, depois da apresentação e falou: “gostei do trabalho de vocês, porque é isso que um Engenheiro da Computação vai fazer no futuro, porque você vai

receber um problema e vai ter que correr atrás do problema que a pessoa pediu [para resolver]. [...] E depois ele falou para a gente que tivemos oportunidade de escrever o primeiro artigo com relação ao nosso trabalho. [...]

Outro ponto interessante diz respeito às aulas ministradas pela professora pesquisadora em conjunto com a Engenheira 01, quando esta explicou como faz uso da integral de convolução. Nesse momento, ambas ministraram a aula para suas duas turmas – Cálculo II e Análise de Sinais. Um diálogo entre um estudante de Cálculo II e a engenheira descreve as possíveis semelhanças de família entre a matemática acadêmica e aquela praticada pelos engenheiros da Computação.

Aluno: Enquanto estudante de Engenharia da Computação, você seus colegas enxergaram a importância do Cálculo na Engenharia? **Porque eu acredito que é uma coisa que não é só para mim, e até fazer este trabalho eu não sabia a importância do Cálculo e a gente ficava se perguntando para que isso aqui** [referindo-se à necessidade de estudar cálculo]. Vai ser assim até o final do curso? Muitas vezes estudamos com raiva e ficamos falando que não vai usar nunca na vida, mas, lá na frente, você vai ver que precisa, é importante.

Engenheira 01: Essa questão da convolução [referindo-se à integral] [também estudei] sem saber para que isso, sem entender e, na realidade, é a base. **E hoje aqui [...] se não soubesse a parte de cálculo, não sairia nada. Então você tem que ver que tudo é a base, coisa que não entendemos enquanto estudamos, mas vocês vão saber [mais tarde, na vida profissional].**

As enunciações expressas no diálogo permitem inferir, por um lado, que o aluno compreendeu a importância da disciplina de Cálculo somente após verificar como a engenheira 01 fazia uso das regras da matemática acadêmica em sua vida profissional. Por outro, a profissional expressou que faz uso de regras matemáticas usualmente presentes nas disciplinas de Cálculo, ao afirmar, por exemplo, que “se eu não soubesse a parte de cálculo, não sairia nada”.

Nesse sentido, os jogos de linguagem estão fortemente enredados às formas de vida que dos engendraram, e os engenheiros da computação no exercício constituem-se em uma forma de vida. Por conta disso, há possibilidade de verificar as semelhanças entre os jogos de linguagem matemáticos gerados na forma de vida dos engenheiros com aqueles usualmente

presentes na matemática acadêmica, pois, conforme Knijnik et al. (2012, p. 31),

Os jogos de linguagem estão imersos em uma rede de semelhanças que se sobrepõem e se entrecruzam, podendo variar dentro de determinados jogos ou de um jogo para outro. A noção de semelhanças de família pode ser compreendida não como um fio único que perpassa todos os jogos de linguagem, mas como fios que se entrecruzam, como em corda.

A variação pode ocorrer dentro de determinados jogos ou mesmo de um jogo para outro jogo, o que levou as autoras a inferirem que não há, do ponto de vista epistemológico, uma única Matemática, e nem desdobramentos até mesmo daquela reconhecida socialmente como a Matemática. Haveria, então, neste referencial teórico, que se falar em distintas matemáticas, cada uma delas vinculada “a formas de vida” específicas. Tais jogos são constituídos por regras próprias e o conjunto destas regras forma uma gramática.

Nessa ótica, portanto, é possível inferir que a matemática acadêmica é uma etnomatemática – praticada por um grupo específico, os membros da Academia - e, como tal, passa a fazer parte da formação dos engenheiros e seus saberes. Entretanto, é potente a abertura, nas disciplinas de Cálculo, para a linguagem dos profissionais da área – neste caso, engenheiros da Computação - que, com suas práticas matemáticas que não são as mesmas da Academia, mas que possuem com estas semelhanças de família - pois podem enriquecer os processos de ensino e de aprendizagem na graduação dos estudantes, dando-lhes, assim, significado. Nas palavras de Gottschalk (2007, p. 464-465),

Para ele [referindo-se a Wittgenstein] o significado de uma palavra está no uso que fazemos dela num determinado contexto ou jogo de linguagem. Wittgenstein utiliza essa expressão para enfatizar que não há significados fixos e imutáveis que seriam apenas etiquetados por meio de palavras. Estas estão imersas em diferentes atividades e é apenas quando as aplicamos em um determinado contexto que adquirem significados.

Na última seção deste trabalho apresentamos algumas considerações que, ao não serem definitivas, apontam para a continuidade da investigação.

Das considerações finais e outras propostas

Os excertos expostos no decorrer do texto permitem tecer algumas considerações. Inicialmente, cabe destacar que uma mudança significativa na prática pedagógica da professora pesquisadora foi iniciar os conteúdos de Cálculo a partir de problemas com o uso de *softwares* utilizados frequentemente por profissionais da área. Ao enveredar por este caminho, foi possível proporcionar aos alunos atividades de pesquisa, bem como construir

artefatos para serem utilizados, sem cálculos exaustivos em papel, como que ocorre nas práticas laborais dos engenheiros. Este aspecto também foi abordado pelos engenheiros professores, nas suas enunciações, após o acompanhamento da intervenção, ou seja, para eles, o gráfico no *software* materializa o cálculo, lhe dá uma forma, facilitando, assim, a compreensão do movimento algébrico, como bem apontaram alguns alunos:

Aluno: Uma coisa que achei interessante, não sei se vocês perceberam, mas eu mesmo ficava imaginando, falava assim: poxa! Quero ser engenheiro, quero mexer com computador, inventar coisas. Até agora não tínhamos feito nada na nossa área [...] E eu ficava viajando pensando “a pessoa coloca a integral, coloca só o desenho daquele trecho e eu falava pra mim, quando estiver trabalhando o cliente não vai me dar uma área daquele jeito? Não vai dar”. Então, quando começamos a prática [...] comecei a entender como que vai funcionar a integral naquele espaço, como vamos utilizar no nosso dia a dia na nossa profissão.

Aluno: Lembro que no início estava sentado eu e meu colega aqui na frente, e a gente até brincou fazendo uma comparação da sua aula com “MIT” que é o maior instituto de tecnologia e engenharia do planeta e que fica nos Estados Unidos e geralmente todas as aulas a partir de Cálculo 1 são feitas no *Matlab* porque proporciona muitas coisas. Porque a gente pesquisou sobre o que acontecia lá e eles dizem que o rendimento dos alunos aumenta consideravelmente quando você engloba a parte do *software*, principalmente em Engenharia da Computação e em relação assim também porque acho que fica acessível e as pessoas que estudam isso. [...] A gente até brincou “será que a gente vai fazer as mesmas coisas que eles fazem lá?”, os projetos que eles fazem com *Matlab*. Fiquei morrendo de inveja deles, mas quando você trabalhou com o *Matlab* pesquisei muito, virei a noite mexendo no **software**. Achei super fácil integrar com software, viu?

Aluno: Estava pesquisando com relação ao *Matlab* e vi que a gente não utilizou nem sequer uma das extensões que ele proporciona. A gente utilizou mais ou menos um por cento e no máximo cinco por cento de toda a capacidade do software.

A análise do material de pesquisa também permitiu verificar que os jogos de linguagem matemáticos expressos pelos engenheiros professores possuíam semelhança de família com aqueles usualmente presentes nas disciplinas de Cálculo quando mencionam, por exemplo, o uso de integrais e Série de Fourier.

Uma terceira consideração aponta que a experiência desenvolvida pela professora

pesquisadora foi apresentada em reunião dos Colegiados de Engenharias da Instituição e seus gestores decidiram pela compra de *Softwares* para serem amplamente utilizados pelos alunos de Engenharia, como uma ferramenta presente nas aulas de Cálculo, nos próximos semestres. Ademais, a introdução desses *softwares* nas aulas foi de fato mais que um recurso didático, pois motivou os alunos a serem pesquisadores tendo em vista que, pela primeira vez, vários deles escreveram e apresentaram trabalhos na SET (Semana de Engenharia e Tecnologias). Ademais, uma equipe formada por estes estudantes foi convidada a participar do projeto de Robótica do laboratório de uma universidade baiana.

Por fim, destaca-se como importante a ideia de que esta pesquisa/intervenção não procurou emitir juízos acerca dos jogos de linguagem matemáticos da Academia ou dos engenheiros, tampouco valorar um em detrimento de outro, pois,

Neste sentido é que dizemos que a Etnomatemática procura contar, ensinar, lidar com a história não oficial do presente e do passado. Ao dar visibilidade e este presente a este passado, a Etnomatemática vai entender a matemática como uma produção cultural, entendida não como consenso, não como a supremacia do que se tornou legítimo por ser superior do ponto de vista epistemológico (KNIJNIK, 2000, p. 15).

Referências

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

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. Etnomatemática: um Programa. **A Educação Matemática em Revista (SBEM)**, Ano 1, n. 1, 2º semestre, p. 5-11. 1993.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Etnomatemática** – elo entre as tradições e a modernidade. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

FISCHER, Rosa Maria Bueno. Foucault e a Análise do Discurso em Educação. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 114, p. 197-223, novembro/ 2000.

FOUCAULT, Michel. **Microfísica do Poder**. Trad. Roberto Machado. Rio Janeiro: Graal, 2002.

GIONGO, Ieda Maria. **Disciplinamento e Resistência dos Corpos e Saberes: Um estudo sobre a educação matemática da Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé**. 2008. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Unisinos, São Leopoldo, 2008.

GOTTSCHALK, Cristiane Maria Cornelia. Uma concepção pragmática do ensino e da aprendizagem. **Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 33, n. 3, p. 459-470, 2007.

JESUS, Cristiano Sílvio de; LUCAS, Jucileide das Dores; MAPA, Thiersse Fany Modesto. Reflexões sobre o ensino de cálculo diferencial e integral II: UFOP e IFMG-OP numa parceria pela busca da diminuição do índice de reprovação na disciplina. **Revista de Educação Matemática da UFOP**, Ouro Preto, 2010.

KNIJNIK, Gelsa. O político, o social e o cultural no ato de educar matematicamente as novas gerações. In: MATOS, João Felipe; FERNANDES, Elsa (orgs.). **Actas do PROFMAT**. Lisboa: Associação dos Professores de Matemática de Portugal, 2000, p. 48-60.

KNIJNIK, Gelsa et al. **Etnomatemática em Movimento**. Belo Horizonte: Autêntica, 2012.

KURATA, Katsuyoshi. **O ensino de Cálculo para cursos superiores de tecnologia na área ambiental**: aspectos motivacionais do aluno. 2007. Dissertação (Mestrado em gestão, desenvolvimento e formação) - Programa de Pós-Graduação, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2007.

MELLO, João Carlos Correia Batista; MELLO, Maria Helena Campos Soares de; FERNANDES, Artur José Silva. Mudanças no ensino de Cálculo I: Histórico e Perspectivas. 2001. Disponível em:
https://www.researchgate.net/publication/267545627_MUDANCAS_NO_ENSINO_DE_CALCULO_I_HISTORICO_E_PERSPECTIVAS. Acesso em: nov. 2013.

NASCIMENTO, Jorge Luiz. Uma proposta metodológica para a disciplina de Cálculo I. **Anais do VI Encontro de Educação em Engenharia. Rio de Janeiro**: Escola Politécnica da UFRJ, 2000. Disponível em <http://www.pp.ufu.br/trabalhos/04.PDF>. Acesso em julho de 2013.

VEIGA NETO, Alfredo. **Foucault & a Educação**. Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

VEIGA-NETO, Alfredo. Teoria e Método em Michel Foucault (im)possibilidades. **Cadernos de Educação**, FaE/PPGE/UFPel, Pelotas, v. 34, p. 83-94, setembro/dezembro, 2009.

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