CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTU SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

NAS VELAS DA ETNOMATEMÁTICA:
Rotas e Aventuras de uma prática pedagógica

Mariana Torreão Monte

Lajeado, outubro 2015

Mariana Torreão Monte

NAS VELAS DA ETNOMATEMÁTICA:
Rotas e Aventuras de uma prática pedagógica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, do Centro Universitário UNIVATES, como exigência para obtenção do grau de mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Ieda Maria Giongo

.

Lajeado, outubro de 2015

Mariana Torreão Monte

NAS VELAS DA ETNOMATEMÁTICA:
Rotas e Aventuras de uma prática pedagógica

A Banca Examinadora abaixo _______________ a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, como parte da exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, na linha de pesquisa Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática.

Profa. Dra. Ieda Maria Giongo – Orientadora
Centro Universitário UNIVATES

Profa. Dra. Marli Teresinha Quartieri
Centro Universitário UNIVATES

Profa. Dra. Angélica Vier Munhoz
Centro Universitário UNIVATES

Profa. Dra. Josaine de Moura Pinheiro
Centro Universitário UNISINOS

Lajeado, outubro de 2015

AGRADECIMENTOS

Por mais que agradeça, sei que não será suficiente. Devo a muitas pessoas a realização desta dissertação que apresento agora à banca examinadora. Todas ficarão guardadas em meu coração, melhor lugar para cultivar apreço e amizade.

Primeiramente, a DEUS, sem o qual nada seria, pois é minha fé que anima o meu espírito.

À UNIVATES e seu corpo docente, diretivo e administrativo, a quem devo muitos sinais, lições preciosas, vias vivência e convivência, num ambiente criativo e amigável.

À minha professora e querida orientadora Ieda Maria Giongo, pelo professar paciente na firme orientação que fez meu sonho acordar em luta.

Ao meu único e amado filho Bernardo, ao qual dedico minha vida.

À minha mãe, personalidade forte e corajosa, por minha vida e acolhimento constante em todas as circunstâncias, e ao meu amadíssimo pai, pelo amor e ajudas imensuráveis. Sem os dois, teria sido impossível o enfrentamento das horas difíceis desta caminhada.

Ao meu amor Abson, pela paciência e cumplicidade em momentos de ausência.

Ao meu irmão Humberto, que tem advogado minhas questões com carinho em todas as etapas de minha vida. À minha cunhada Thais, pelo apreço e bem-querer que temos uma pela outra.

À minha irmã, comadre e amiga Luciana e a meus irmãos Marcelo e André, pela infância compartilhada.

À Erica, pelo cuidado carinhoso e contínuo dedicado ao Bernardo e a mim.

Às minhas queridas sogra, Maria Nalva e cunhada, Ivaneida, pelo apoio afetivo.

Aos colegas do mestrado, pelo apoio nas idas e vindas de Vitória da Conquista ao Rio Grande do Sul, tantas vezes sofridas, especialmente à Erika, pela cumplicidade nos momentos de angústia, que resultou em uma bela amizade.

À professora Rosângela Cheles, com muito carinho e afeto, pela solidariedade e amizade para além das portas institucionais.

Aos professores e coordenadores da FAINOR, Marcus, Miguel e, particularmente, Marcos, pelo seu empenho contínuo; à secretária Amanda, pela extrema boa vontade e suporte constante.

Aos colegas da FAINOR, colaboradores da pesquisa, Marlon, Charles, Marcelo, Danilo, Felipe, Ivana, Taiana e, especialmente, à Natália, pela participação ativa na pesquisa.

Aos alunos da FAINOR, remadores do barco da pesquisa.

À Márcia, pela cumplicidade no mar dos afetos, da qual aflorou uma linda amizade.

À Edileide, Luana, Tatiane, Paula, Paulinha, Adriana e Suzane, amigas de sempre.

Às vizinhas cibernéticas, especialmente à Esmel.

Às professoras da banca examinadora, Angélica, Marli e Josaine, pelas leituras criteriosas e sugestões que, certamente, qualificarão a versão final desta dissertação.

Sete poemas portugueses

"Nada vos oferto
além destas mortes
de que me alimento

Caminhos não há
Mas os pés na grama
os inventarão

Aqui se inicia
uma viagem clara
para a encantação

Fonte, flor em fogo,
que é que nos espera
por detrás da noite?

Nada vos sovino:
com a minha incerteza
vos ilumino"

(Ferreira. Gullar)

RESUMO

A presente dissertação tem por objetivo geral problematizar um conjunto de práticas pedagógicas gestadas na disciplina de Cálculo II em um curso de Engenharia da Computação. Tendo como referencial teórico o campo da Educação Matemática denominado Etnomatemática em suas interlocuções com o pensamento da maturidade de Ludwig Wittgenstein, as práticas foram desenvolvidas com uma turma de Cálculo II do Curso de Engenharia da Computação numa faculdade privada do Estado da Bahia. O material de pesquisa foi composto de anotações produzidas pelos estudantes, filmagens das aulas, entrevistas com um grupo de três engenheiros da área e diário de campo da professora pesquisadora. A análise do referido material permitiu a composição de três unidades, a saber: a) a forma de vida dos alunos e suas imbricações com a Matemática Acadêmica; b) para potencializar essas imbricações, é necessária a colaboração dos engenheiros e suas diferentes linguagens e c) a parceria dos engenheiros com a professora pesquisadora provocou inquietações. Os resultados mostram que a Matemática Acadêmica é uma Etnomatemática e, como tal, faz parte da formação dos engenheiros e seus saberes. Porém, parece ser imprescindível uma abertura para a linguagem de sua própria cultura, pois os aparelhos, programas e objetos desses profissionais formam uma prática discursiva que enriquece o ensino de Matemática, especificamente o de Cálculo, objeto desta pesquisa.

Palavras-chaves: Ensino Superior, Ensino de Matemática, Etnomatemática, Engenharia da Computação.

.

ABSTRACT

This paper has the general purpose to discuss a set of pedagogical practices gestated in Calculus II discipline on a course of Computer Engineering. Having as theoretical reference the field of education mathematics called Ethnomathematics in its dialogues with the thought of maturity of Ludwig Wittgenstein, the practices were developed with a Calculus II class of the Computer Engineering course at a private college of Bahia state.

The research material consisted of notes produced by the students, school shooting, interviews with a group of three engineers of the area and field diary of the researcher teacher. The analysis of the material allowed the composition of three units, namely: a) the way of life of students and their overlaps with Mathematics Academic; b) to enhance these overlaps, it is necessary the collaboration of engineers and their different languages and c) a partnership of engineers to the researcher teacher sparked concerns. The results show that the Academic Mathematics is a Ethnomathematics and therefore is part of the training of engineers and their knowledge. However, it appears to be indispensable an opening for the language of their own culture because devices, programs and objects of these professionals form a discursive practice that enriches the teaching of mathematics, specifically the calculation, object of this research.

Keywords: Higher Education, Mathematics Education, Ethnomathematics, Computer Engineering.

LISTA DE FIGURAS

SUMÁRIO

1 DA PRÁXIS PEDAGÓGICA A NOVOS MUNDOS

Ao rememorar fatos passados e interpretar os presentes, vêm-me à mente os meus mestres e, ao ouvir a mim mesma, sinto que hoje sou outra pessoa. Afirmo isso devido à expressiva vivência que o Curso de Mestrado me proporcionou e que se faz presente nesta escrita. Cabe-me acrescentar que, muitas vezes, chego à conclusão de que minha vida passada foi menos significativa do que os momentos ultimamente experienciados e os quais denomino "espanto de estar aqui. Ademais, tenho a sensação - a qual chamo de "dedicação à minha própria vida como nunca fiz antes" - de que o futuro será marcado por importantes transformações, também advindas do meu ingresso no referido Curso.

Portanto, nas próximas páginas, expresso a relevância do Curso de Mestrado em minha vida pessoal e profissional, cujos fatos e situações narro em ordem cronológica. É um fio condutor que me empurrou como a correnteza de um rio para esta desembocadura.

Antes de ser professora, estudei Engenharia Elétrica em Telecomunicações no Rio de Janeiro, mas, por motivos familiares, fui morar em Vitória da Conquista. A mudança impediu que eu continuasse o curso, já que, nesse período, ele não era oferecido em nenhuma faculdade a qual eu pudesse frequentar. Em vista disso e pelo fato de possuir afinidade com as exatas desde criança, iniciei o Curso de Licenciatura em Matemática embora não desejasse exercer o magistério.

Entretanto, no último semestre, ao realizar o estágio probatório, senti despertar a vocação para professora. E, como sempre fui fascinada por tecnologias e tencionava produzir algo novo no ensino Matemática com o intuito de motivar os alunos, decidi inseri-las em minha dissertação. Para isso, ministrei o Minicurso de Atividades de Modelagem no *software Modellus* e, em 2004, ao completar a graduação, apresentei a monografia “Ensino e Aprendizagem da Matemática Utilizando o *Software Modellus*”.

Nessa perspectiva, naveguei em novos mundos no ensino e aprendizagem da Matemática. Meu trabalho de especialização intitulou-se “O ensino e aprendizagem de matemática utilizando novas tecnologias”. Em 2007, tornei-me professora da rede estadual da Bahia, onde passei a lecionar Matemática e Informática para os Ensinos Médio e Fundamental II em Vitória da Conquista onde me encontro até hoje. Visando à busca de aperfeiçoamento, continuei minha navegação. Assim, participei de Cursos oferecidos pelo Estado, entre os quais destaco:

- 2008 – Introdução à Educação digital - Nele aprendi a criar muitas interfaces tecnológicas que utilizei em minha docência, como blogs, podcast, apresentação de slides socializando as produções em sites de compartilhamento na rede.

- 2008 – Capacitação Coordenação Laboratório de Informática - Por problemas administrativos e técnicos, a Secretaria do Estado da Bahia não ofertou esse cargo.

- 2010 – Curso do Gestar II em Matemática - Programa de Gestão da Aprendizagem Escolar que oferecia formação continuada em Língua Portuguesa e Matemática para professores da rede pública. Nesse curso, foram exigidas muitas atividades, as quais deveriam ser aplicadas na sala de aula, motivo pelo qual criei um blog de Matemática http://matematicamariana.blogspot.com.br onde postava que desenvolvia com os alunos, momentos em que eles participavam com comentários. O meu trabalho de conclusão se denominou “Por que inserir recursos tecnológicos no ensino de Matemática”?

Além disso, submeti trabalhos para serem apresentados no IX Colóquio Nacional e II Internacional do Museu Pedagógico em 2011 com o título “Novas Tecnologias e uma Epistemologia do Educar Matemático”. Em outubro do mesmo ano, no XI Colóquio Nacional e IV Colóquio Internacional do Museu pedagógico: “Crise, conflitos e conhecimento no mundo contemporâneo”, expus um artigo sobre minha pesquisa de Mestrado. Também fui selecionada para supervisionar o PIBID com o subprojeto interdisciplinar, onde tenho orientado graduandos de Licenciatura da UESB na prática pedagógica, repassando-lhes muito do que aprendi no Mestrado, contribuindo, dessa forma, para a classificação da docência.

Conforme citei anteriormente, as tecnologias sempre me fascinaram. Essa admiração me induziu à escolha da linha de pesquisa que desenvolvi em meu Mestrado na Univates: Tecnologias, Metodologias e Recursos Didáticos para o Ensino de Ciências e Matemática. Outra área do conhecimento com a qual sempre me identifiquei é a Filosofia, já que meus pais, como professores dessa disciplina, comentavam que, além da afinidade desta com a Matemática, na entrada da Academia de Platão estava escrito: só entre se souber Geometria. Aliada a isso, a estrutura curricular do PPGCE faz a intersecção das tecnologias com a Matemática e o ensinar, articulando-a à Filosofia.

Portanto, a leitura de obras dos filósofos Michel Foucault e Wittgenstein, referencial teórico para esta dissertação com o programa Etnomatemática, causou-me imensa satisfação, atendendo perfeitamente minhas aspirações intelectuais. O estudo, incipiente, está inspirado na “super Gelsa”[1], que destaca o papel relevante do ato de pesquisar com rigor e paciência.

Minha experiência docente no Ensino Superior teve início na FAINOR-Faculdade Independente do Nordeste -, Instituição da Rede Privada, localizada na cidade de Vitória da Conquista, Bahia. Ao constatar e anotar o baixo rendimento dos alunos nas disciplinas de Cálculos nos Cursos de Engenharias, convenci-me de que deveria estudar e pesquisar tal fato. A cada final de semestre, minha inquietação aumentava diante dos resultados que considerava insatisfatórios. Em vista disso, começou a jornada motivacional e, com ela, os primeiros sinais que me levaram a ingressar no Mestrado.

Nas reuniões e conversas com colegas professores de Matemática, ficou decidido que seria organizado um grupo de estudos para discutir essa questão, que

[1] Na sua tese, Ieda, orientadora desta dissertação, refere-se exatamente à exigência, precisão, rigor e constante auxílio de Gelsa Knijnik, sua orientadora, o que a fez receber o título de “super Gelsa”.

a todos interessava, já que a inquietação era grande entre os docentes. Assim, surgiu o GECEF – Grupo de Estudos de Ciências Exatas da FAINOR. Os encontros têm ocorrido quinzenalmente na própria faculdade.

Iniciávamos os encontros com a leitura e discussão de algum assunto e, posteriormente, buscávamos na internet alguma literatura sobre ele a fim de estabelecer relações com os fatos que nos afligiam, momentos em que procurávamos diminuir nossas preocupações, muitas vezes, por meio de desabafos. Estas também passaram a ser compartilhadas com outas instituições – públicas e particulares -, como a UESB - Universidade Estadual do Sudoeste Da Bahia. Os debates geraram vários encontros e foram levados para outros grupos em cidades vizinhas, como na UESC - Universidade Estadual de Santa Cruz em Ilhéus. Tais estudos mostraram a necessidade de mudanças nas práticas de ensino, convencendo-nos de que tudo melhoraria e, consequentemente, produziria resultados mais positivos às disciplinas de Cálculo. Entretanto, a impressão era que dizíamos uma coisa e fazíamos outra, ou seja, a prática resistia; talvez, houvesse a necessidade de sermos sinceros.

O grupo sofrera uma divisão: GECEEF - Grupo de estudo das Ciências Exatas das Engenharias FAINOR - e GPERCEM - Grupo de Pesquisa e Extensão em Recursos Computacionais no Ensino de Matemática, na (UESB) -, vinculado ao CNPQ e coordenado pela professora Dra. Maria Deuza Ferreira da Silva, orientadora de minha monografia. A prática do grupo continuava a mesma, ou seja, objetivava mudanças na docência da Matemática e do Cálculo, principalmente em relação à inserção das tecnologias no processo de ensino e de aprendizagem. Mas os resultados ainda não haviam alterado a evasão e a repetência.

O certo é que isso implicava mudanças maiores da prática pedagógica da Matemática. A experiência, de fato, foi muito rica e esclareceu algumas questões. Estávamos – e estamos - preocupados com o desempenho de nossos alunos. Descobrimos a existência de outros estudos semelhantes, desenvolvidos e aprofundados, como o do GIPEMS – Grupo Interinstitucional de Pesquisa em Educação Matemática e Sociedade –, coordenado pela professora Gelsa Knijnik e suas colaboradoras Ieda Giongo, Fernanda Wanderer e Marli Quartieri, pesquisadoras do austríaco Ludwig Wittgenstein, cuja fundamentação teórica está fundamentada ao programa Etnomatemática, alicerçada à produção acadêmica do GIPEMS.

De fato, são muitos os estudos realizados no Brasil e no exterior com o intuito de minimizar as dificuldades apresentadas por alunos e professores na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral no Ensino Superior. Bressan et al. (2009, p. 1), no artigo intitulado "Cálculo Diferencial e Integral I: investigação sobre dificuldades dos alunos", investigam as dificuldades apresentadas por estudantes de Cálculo Diferencial e Integral I e propõem atividades que sirvam de auxílio para um melhor aprendizado dessa disciplina:

> A preocupação com o ensino de Cálculo vem se mostrando constante ao longo do tempo. Uma análise dos anais dos Congressos Brasileiros de Ensino de Engenharia (COBENGE) de 1992 a 2001, CURY (2002) mostrou que cerca de dois terços dos trabalhos sobre disciplinas matemáticas são relativos ao Cálculo apontando dificuldades detectadas, propostas de modificações metodológicas, etc.

Nesse sentido, destaco alguns artigos estudados nos encontros do grupo de pesquisa GECEEF: (a) JESUS, LUCAS e MAPA (2010), com "Reflexões Sobre o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral I: UFOP e IFMG-OP", numa parceria pela busca da diminuição do Índice de Reprovação na Disciplina. Além do relato de experiências e alguns resultados, o artigo finaliza com uma reflexão sobre o problema do alto índice de reprovação em Cálculo I, fenômeno generalizado em várias Instituições de Ensino Superior. Essa pesquisa foi aplicada no Curso de Licenciatura em Física. (b) Nascimento (2000), em "Uma proposta metodológica para a disciplina de Cálculo I", analisa alternativas metodológicas para um melhor desenvolvimento dos alunos em Cálculo, como reprogramações da disciplina. O texto trata de uma investigação para facilitar a identificação das correlações entre o desempenho dos estudantes e suas causas, além de tentar analisar alternativas metodológicas visando às melhorias no aproveitamento. Os experimentos consistem em reprogramações das disciplinas, centrados na discussão da base conceitual e na aplicação de técnicas de ensino e aprendizagem mais interativas e de construção coletiva, questionando os métodos antes utilizados. (c) Mello, Mello e Fernandes (2001), em "Mudanças no Ensino de Cálculo I: Histórico e Perspectivas", apresentam um breve histórico acerca de mudanças no Cálculo I na Universidade Federal Fluminense. Excelente artigo, descreve as modificações curriculares inseridas em um contexto mais geral, propondo alterações para melhorar o Cálculo I nos Cursos de Engenharia e a análise da tendência atual que causa sucessos e fracassos. Esses trabalhos auxiliaram nas minhas reflexões e marcaram a diferença do problema que formulei para minha pesquisa no que se refere ao trato da questão de uma prática pedagógica para a investigação.

Num desses encontros, li uma dissertação e analisei as questões de evasão e repetência em relação ao ensino da Matemática, como trata o trabalho de Kurata (2007, p.13):

> Gois (2007) destaca que, anualmente, milhões de jovens no Brasil comemoram o ingresso no ensino superior; no entanto, somente as metades dos alunos conseguem se formar. 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. Na rede privada, a taxa de evasão é muito maior, ou seja, o dobro.

Essas dificuldades têm estado presentes em dimensões bem significativas de toda ordem: falta de atenção e esforço, resultando em erros comuns; ausência de conhecimentos anteriores necessários, como em Álgebra; incompreensão, por parte dos alunos, de sua utilidade na prática profissional. Enfim, essas disciplinas, principalmente Cálculo, têm sido as grandes dificuldades do Curso. Mas, de certo modo, havia algo mais a ser pesquisado nessa área: apesar da existência de tantos estudos sobre as dificuldades de aprendizagem em Cálculo estas ainda persistem. Em virtude disso, surgiram as questões: Como esta pesquisa poderia ser produtiva? De que forma ela seria diferente dos estudos anteriores e representaria um acréscimo, motivando novos estudos?

Cálculo e Cálculo Diferencial I e II são disciplinas que, em seu conjunto, denominam-se Matemática e, nesta dissertação, Matemática Acadêmica. Mas, tanto no Ensino Básico como na Graduação, ela tem sofrido discriminação e se tornado o terror dos alunos. De fato, é uma caixa de ferramentas de difícil manejo e tem acumulado deficiências de ensino e de aprendizagem em todos os níveis de ensino. A troca de metodologia tem se revelado, para nós professores, não muito “eficaz” para amenizar o fenômeno da evasão e da repetência, o qual tem inúmeras formas e tendências. Determinada, resolvi estudar imitando minha mãe: inicialmente, como sonho, desejo e aspiração, para depois adotar o esforço e, por meio dele, retirar o sonho do meu sono, pois ele dormia comigo esquecendo de se tornar realidade.

A aprovação para o Mestrado em Ensino de Ciências Exatas do Centro Universitário UNIVATES retirou o sonho da minha dormência e o substituiu por um agir que modificou os dias e motivações de minha vida. Desde então, muitos fatos contribuíram para surgimento de um esforço maior, tanto intelectual como econômico e social, além da coragem para enfrentar responsabilidades e assumir os custos, riscos e estudos. A única experiência semelhante a essa aconteceu quando me vi sozinha no Rio de Janeiro para fazer o Curso de Engenharia Elétrica

Ao vir da Bahia cheia de sambas, pandeiros, axés, carnavais, carurus e acarajés para a Porto Alegre das bombachas, chimarrões, vinhos, políticas em revoltas, senti meu país composto por muitos “Brasis”: culturas divergentes, linguagens polissêmicas, diferentes modos de agir, sentir e pensar. E foi com esse espírito que cheguei a Lajeado, onde vários fatos – conhecidos como contratempos - fizeram-se presentes; entre eles, o sumiço de malas, pessoas com diferentes formas de vida, sotaques e jogos de linguagem distantes tanto quanto a Conquista dessa cidade. O choque cultural foi inevitável, ocasionando choro, pânico, desejo de retornar, desistir do Curso. As horas aflitas, provocadas pelo esforço, tensão, obrigação de cumprir prazos, insegurança quanto à pesquisa, embora soubesse ser esta muito importante, abalaram-me emocionalmente, fazendo com que me sentisse insatisfeita comigo mesma. Ao voltar a Salvador, lembrei os tempos que lá havia passado e questionei o motivo pelo qual eu decidira entrar “neste barco”, o que me deixou arrasada.

No entanto, ao retornar a Lajeado e iniciar o Curso, senti-me fortalecida. A coragem e a determinação cresciam à medida que as disciplinas me proporcionavam a aquisição de novos conhecimentos. O ato de escrever foi se instalando em meu cotidiano como próteses que se adaptavam e me transformavam num *cyborg – cibernet-organization.* Novos hábitos estavam sendo criados. As críticas da orientadora me deixavam insone, mas contribuíam para aumentar a atenção aos detalhes, falhas, lacunas e erros. O choro, a tristeza e o desespero ainda persistiam, mas, aos poucos, a alegria da conquista e da descoberta emergia, renovando as energias e, com elas, a caminhada prosseguia.

Evidentemente, essas crises provocaram mudanças de hábitos, pois, centrada no Curso e suas exigências, não havia tempo para lamúrias. O certo é que nunca mais fui a mesma e, embora isso me assustasse, produziu benefícios. Aliado a isso, o frio de Lajeado tornou a minha caminhada áspera, mas, com o incentivo de pessoas amigas e de meus pais, segui em frente. Assim, posso afirmar que, ao iniciar o Mestrado, senti que teria que navegar para alcançar novos portos.

A construção da metáfora da navegação para a pesquisa se deveu ao fato de eu ver o ensino como um mar revolto onde não há porto, mas portos; não há uma verdade, mas verdades; da mesma forma, não existem poder e linguagem; mas poderes e linguagens. O mar da educação é um campo de batalha. À medida que pesquisava e navegava no mar revolto do ensino, educava-me à escrita diária e assimilava os ensinamentos das gerações anteriores.

Essa aventura investigativa foi um enfrentamento de problemas em territórios desconhecidos, mares revoltos e portos seguros onde ancorei, descansei, reabasteci e continuei a viagem. Tive outras âncoras, tais como as orientações das professoras e as conversas com meus pais, professores de Filosofia, que me proporcionavam estadas em lugares por onde passei, aprendi e ensinei e que produziram significativas mudanças de rumo à minha vida. Os mares revoltos, verdadeiros mistérios que ocultam o desconhecido, juntamente com os preconceitos, as crenças e falsas ideias que comigo carregava, impediram, muitas vezes, o bom curso da viagem.

A construção desta pesquisa foi, com certeza, semelhante a uma viagem onde o barco encontrou calmarias, tempestades, nevoeiros e a superação dos embates resultou em descobertas para o ensino da Matemática. Ao visitar novos lugares e conhecer outros sotaques e pessoas, senti a sede de procurar e a paixão aventureira bem maior que o medo e o cansaço. Muitas vezes, fez-se necessário o recuo, e a jornada parecia não ter fim. Evidentemente, o conhecimento é inacabável, aberto, e todo esforço apenas constrói mais possibilidades e a busca pelas rotas. Nesse sentido, por um lado, afasto-me das teorizações que preconizam grandes revoluções na área da educação – em especial da Matemática – e, por outro, tenho ciência da responsabilidade e consequente necessidade de evidenciar alguns movimentos de ruptura nos processos de ensino e de aprendizagem dessas disciplinas no Ensino Superior. Isso não me isenta de novas problematizações e enunciações que têm circulado sobre a temática da pesquisa

Vale lembrar que a inspiração desta dissertação veio dos estudos de Giongo, que, abordando a Etnomatemática, visavam discutir a Matemática que circulava no Currículo da Escola Estadual Técnica Agrícola Guaporé. Esse foi o porto de partida e também o da chegada da pesquisa e, consequentemente, da presente dissertação. Nesta, não "apresento grandes leis" que mudarão os rumos do ensino da Matemática, tampouco uma fórmula que dizimará as dificuldades dos alunos nas disciplinas de Cálculo. Tenho consciência de que a investigação poderá apenas melhorar a docência e contribuir para outros pesquisadores e companheiros do meu grupo de estudos. Por isso, cada passo foi o resultado de pequenos mergulhos e escutas, lentamente entrelaçados para formar uma rede de sentidos. Narro os percursos como se fossem uma viagem em que aportei em diferentes portos. É importante descrever essas etapas sem as quais este estudo seria impossível.

Uma dessas etapas envolveu a produção de aulas diferentes para o ensino da Matemática. E por ser algo novo, fui inventando sem abandonar a caixa de ferramentas da Matemática Escolar. Assim, não fiz nada sozinha nem caminhei em um mesmo veículo. Ancorada em terra firme, viajei de avião, ônibus, andei a pé; penso ter feito rapel e não foram poucos os momentos em que me senti perdida e desesperada. "Somente quem se perde pode se procurar", dizia minha mãe.

Numa viagem comum, primeiro se constrói o barco para depois navegar. Dessa forma, viaja-se de um porto para outro com o barco pronto. No meu caso, foi viajando de um porto para outro que ambos – a navegação e o barco - foram sendo construídos. Os requintes da tecnologia e do mundo virtual atual foram auxiliares importantes para toda a navegação da pesquisa. Assim, eu - a pesquisadora - e o método fomos nos construindo durante a própria navegação. Por isso que, no primeiro porto, o barco ainda não estava completo. Só no final da viagem, a dissertação escrita teve o formato do barco, como polpa, proa, mastros, velas e âncoras. Por outro lado, esse barco também sou eu mesma, que ansiava/anseio por aprimoramento, novos mundos. Parece que a madeira que compõe meu barco se chama inquietação.

Por isso, um conhecimento relevante adquirido foi descobrir que a viagem de pesquisar o ensino da Matemática é também um deslocamento interior, pois o pesquisador se descobre. Assim, sujeito e objeto se atravessam e se fundem, aproximando dor e prazer, conhecer e desconhecer, ensinar e aprender, num êxtase de me entender viva de uma maneira que nunca estive antes.

Por meio da revisão bibliográfica, constatei a importância de enveredar pelo caminho da pesquisa, induzindo-me à procura de referenciais teóricos mais pertinentes. Pude perceber que, historicamente, os alunos têm apresentado dificuldades na disciplina de Cálculo de forma geral. De acordo com o artigo de Barros e Meloni (2006), o Cálculo Diferencial e Integral figura entre as disciplinas básicas de diversos cursos superiores e auxilia na resolução de problemas ligados às Ciências Físicas e à Engenharia, bem como à Biologia e às Ciências Sociais. Cury (2000) argumenta que o ensino de Cálculo Diferencial e Integral I, nos Cursos de Ciências Exatas e, particularmente, nos de Engenharia, vem sendo responsabilizado pelas altas taxas de evasão e repetência nos semestres iniciais, fato que muito me perturbava e perturba, já que sua diminuição era um dos meus principais objetivos.

Porém, o aprofundamento teórico ocorreu devido ao cumprimento das exigências acadêmicas do Curso. Com as leituras, aulas e auxílio da orientadora e dos professores, consegui avançar nos estudos da Etnomatemática e, assim, desenhar uma rota para a navegação. Na ocasião, a orientadora apresentou Mauro Lúcio Condé e Gelsa Kninjik. Li e reli tudo com muita atenção, fazendo anotações, as quais cito mais adiante nas considerações teóricas com base nas ideias do filósofo Wittgenstein. Todos os fatos até aqui narrados contribuíram para a diminuição de minhas inseguranças e vacilações.

Essas reflexões foram motivo de grande inquietação e desassossego como professora de Cálculo e questionamentos perante à docência não foram poucos. Outras questões que já havia formulado agora exigiam respostas na pesquisa teórica. Disso germinou um turbilhão de ideias que bailavam incansavelmente em minha mente.

A leitura de artigos e minhas observações em sala de aula evidenciaram que muitos alunos aprendiam cálculo resolvendo questões objetivas e exercícios. Mas a tensão era enorme no momento da avaliação, principalmente quando eles eram obrigados a resolver exercícios que necessitavam de uma interpretação, ocasionando maiores dificuldades e baixo rendimento. O fato levou-me a repensar certas questões ligadas à aprendizagem e formulei as seguintes hipóteses: Por que os alunos não conseguem resolver o problema nas avaliações? Por não terem uma formação adequada em Língua Portuguesa, não interpretam os enunciados das provas? Por motivos emocionais, sociais, baixa qualidade do ensino anterior, hábito de temerem a Matemática? Por falta de “raciocínio lógico”? Diante disso, elegi o problema de pesquisa: Problematizar as possibilidades da inserção, na disciplina Cálculo II do Curso de Engenharia Computação da FAINOR, de atividades vinculadas às práticas laborais dos profissionais da área. Por conta disso, elaborei os seguintes objetivos:

- Geral: Problematizar um conjunto de práticas pedagógicas gestadas na disciplina de Cálculo II em um Curso de Engenharia da Computação.

- Específicos:

    a) Examinar como um grupo de engenheiros opera com conceitos matemáticos em suas práticas laborais;

    b) Elaborar e explorar uma prática pedagógica centrada nas práticas laborais examinadas.

As questões foram sintetizadas e reduzidas a questionamentos. Dessa forma, surgiu a ideia da “proposta diferenciada” na disciplina Pesquisa em Ensino e Estágio Supervisionado, para que muitas possibilidades fossem pensadas para a pesquisa. Com efeito, essa disciplina permitiu “sondar” algumas destas, provocando movimentos de rupturas na prática pedagógica. Comecei a “ousar” mais em sala de aula. Com essa questão como bandeira, destaquei o problema pedagógico específico da disciplina Cálculo I do Curso de Engenharia Elétrica da FAINOR, que em muito se assemelhava à realidade nacional, por ser também alta a taxa de evasão e repetência. A decisão foi a realização de uma pesquisa de campo, com a aplicação de questionários e a construção de um vídeo de um psicodrama em sala de aula visando à busca de possíveis soluções.

Os problemas iniciais e seus efeitos foram aparecendo. Em vista disso, os alunos da turma pesquisada propuseram novas formas com o intuito de amenizar os “prejuízos causados” à aprendizagem dos conteúdos da disciplina. A tarefa foi analisar e apontar caminhos para uma possível solução do problema de baixo desempenho dos estudantes de Cálculo Diferencial e Integral I quando colocados em situações de avaliação.

Considerando que os seres humanos têm diferentes estilos de aprendizagem, ou seja, características e preferências quanto à forma de se apropriar das informações, processá-las e construir novos conhecimentos, a competência em uma determinada atividade depende, muitas vezes, da habilidade em dosar os distintos estilos.

No caso específico das Ciências Exatas, nas quais as disciplinas têm, em geral, as mesmas características, existe o risco de favorecer um determinado estilo, o que diminuiria as chances de se considerarem outras formas de aprender. Da mesma maneira, o professor pode privilegiar apenas um modo de ensinar, escolhendo polos de uma determinada dimensão na tentativa de sanar as dificuldades de aprendizagem dos estudantes. Como exemplo, podemos citar o conteúdo “função” da disciplina Cálculo Diferencial e Integral I: pesquisas de Akkoç e Tall (2002) com alunos revelam que o estudo desse conteúdo tem provocado perturbações na compreensão do seu conceito quando associado ao da variação, tornando-se um obstáculo ao aprendizado e, consequentemente, aumentando as reprovações. Por outro lado, estas não têm se apresentado somente de forma superficial; as trocas conceituais ou conceitos mal construídos, as representações e respectivas transformações e os significados contraditórios atribuídos ao conceito revelam a necessidade de ações que vão além da mera investigação.

> Por outro lado, com a predominância da forma tradicional praticada pela maioria dos professores de Cálculo, na abordagem dos conteúdos matemáticos, observam-se angústias e até revoltas por parte dos estudantes, por não conseguirem atingir a compreensão da essência do assunto. Esses docentes entendem que o formalismo é desejável e indispensável, para propiciar uma visão ampla, na articulação do conhecimento matemático aplicado à construção de uma cultura multidisciplinar. Não se nega em absoluto esta concepção. Entretanto, como foi destacado, um grande abismo separa o ensino médio e o ensino superior, nos dias de hoje, principalmente para os egressos do ensino médio público. Dessa forma, é sensata uma reflexão do docente sobre a preparação, apresentação, abordagem e o desenvolvimento dos conteúdos programáticos (KURATA, 2007, p.14).

Essas pesquisas demonstram que a maioria dos alunos não tem entendido os problemas expostos por não conseguirem assimilar e interpretar um texto com sentenças matemáticas e, consequentemente, solucioná-los. Logo, a incapacidade de interpretar textos matemáticos é uma das possíveis causas das dificuldades dos discentes na disciplina de Matemática nas diversas séries da Educação Básica e, por conseguinte, no Ensino Superior. Isso muitas vezes pode ocorrer devido à falta do hábito de leitura da maioria dos jovens. Conforme Lopes (2007, p.2),

> [...] estudos realizados no campo da linguística (como os HENRY, 1992 e FERREIRA, 2000) mostram que um dos problemas mais importantes que o ensino das várias disciplinas e, em especial, da matemática tem de enfrentar parece residir no problema estrutural da própria língua, isto é, em suas contradições, deslocamentos, equívocos e ambiguidades. Longe de se pensar em uma língua perfeita, totalmente formalizável dentro de modelos matemáticos, devemos ter consciência de suas falhas, limites, bem como na própria descontinuidade entre a cultura social do aluno e a da escola, ou seja, os conhecimentos que aquele traz e que irão defrontar-se com os da sala de aula– isto é, no amplo universo dos não-matemáticos – a matemática é sempre pensada em sua dimensão restrita: fazer contas e medir. Impera, ainda, o espírito que teve o seu apogeu no Antigo Egito

Nessa ótica, os professores deveriam repensar o conceito de Matemática, já que ela tem sido conceituada apenas como uma ciência da quantidade. Ruiz (2002, p. 8) cita o fato de que, “em nossa cultura, isto é, no amplo universo dos não-matemáticos, a Matemática é sempre pensada em sua dimensão restrita: fazer contas e medir”, provocando o insucesso. Para Lopes (Ibidem, p.6),

> [...] a justificativa desse insucesso é a falta de preparo dos alunos em anos anteriores, devido às dificuldades inerentes à própria disciplina, a extensão dos conteúdos programáticos, as famílias de baixo nível socioeconômico e cultural ou a falta de incentivo, as incapacidades e o desinteresse. Por sua vez, é comum ouvir os alunos se referirem à matemática como uma disciplina extremamente difícil de compreender e ao fato de que os professores não a explicam muito bem nem a torna interessante.
> No entanto, muitos dos pesquisadores em Educação Matemática observam as dificuldades dos alunos em relação à matemática têm origem em uma prática pedagógica baseada em aulas expositivas, conteudistas, na repetição constante de exercícios parecidos, na prática de “siga o exemplo”.

Após a leitura e reflexões sobre os artigos e leituras citados, passo a narrar a experiência e expor as anotações do diário de bordo feitas na disciplina Estágio e Ensino Supervisionado. Ao término da disciplina obrigatória pertencente à estrutura curricular do Mestrado, denominada Pesquisa e Ensino em Estágio Supervisionado, significativas mudanças aconteceram comigo - professora pesquisadora -, com minha orientadora e a própria pesquisa. Como exigência da disciplina de Cálculo, surgiu uma nova asserção para a prática pedagógica, centrada no interesse dos alunos do primeiro semestre de Engenharia Elétrica: Cálculo Diferencial e Integral I, de 90 horas. Na proposta inicial, estavam previstos sete grupos, compostos por oito alunos para a teatralização, mas, no período da aplicação da pré-proposta, realizada durante a 3ª unidade, houve um índice de evasão de dez alunos e, além disso, quatro não quiseram participar das atividades. Existiam dezenas de teorias, metodologias, estratégias de ensino para a Matemática; porém, nem uma delas havia sido procurada.

Essa foi a minha primeira experiência em relação aos objetivos da investigação. Dada sua importância, incluí um diário de bordo sobre as atividades que foram desenvolvidas, conduzida pelos fazeres e exigências da referida disciplina, o gatilho que disparou mudanças na prática de ações positivas na docência.

Inicialmente, teço algumas considerações teóricas vistas na nomeada disciplina. Segundo Richard Courtney (2003), "a dramatização no ensino tem como finalidade buscar a participação, o estímulo, o convívio social, além do crescimento cultural e da linguagem oral e corporal". Esse tipo de atividade pode ser desenvolvido em todas as etapas do ensino e disciplinas curriculares. Na maioria dos casos, geram resultados satisfatórios, desde que tenha um bom acompanhamento.

Assim, visando à dramatização das aulas de Cálculo, formamos cinco grupos, compostos por oito alunos. A avaliação e as exposições foram realizadas de maneira teatral, momento em que também identificamos os erros. Como causas, apontamos as deficiências dos Ensinos Fundamental e Médio que os estudantes costumam carregar ao Superior. O erro é a carne, a materialidade da dificuldade; sem ele, esta se oculta e cresce, o que lhe faculta aparecer. Ao ser identificado em sua origem, dificilmente é esquecido, o que denota sua importância. Na pesquisa, desperta uma maior atenção de alunos e professores, motivo pelo qual achamos significativo o relato dessas vivências para a compreendê-la.

Uma das primeiras intervenções foi a construção da prática: "Aula Diferenciada", para nominar uma forma distinta dos padrões do ensino da Matemática, em que o professor vai para a lousa, desenvolve o cálculo e, em seguida, passa exercícios semelhantes para que os alunos resolvam. Na aula diferenciada, planejamos encontros, que explicito mais adiante, para uma dialogia com os discentes e sua colaboração na correção de erros. Decidimos que os referidos encontros seriam quatro e que aconteceriam no final de maio e início de junho, no turno matutino, na FAINOR, sala de Cálculo I, Curso de Engenharia Elétrica, o que de fato ocorreu.

Conforme já citado, os encontros aconteceram em maio e junho de 2013. No primeiro, expus o objetivo da pré-proposta aos alunos e as atividades que eles deveriam desenvolver: questionário, prova para construção da segunda atividade, uma discussão entre professor e aluno e uma performance digital “A ideia de performance matemática digital vem sendo desenvolvida em um projeto internacional coordenado por George Gadanidis e Marcelo C. Borba” Scucuglia e Borba (2007, p. 1). E, segundo os pesquisadores,

> Os vídeos produzidos são considerados performances matemáticas digitais, pois estão sendo elaborados com base em aproximações entre matemática e artes evidenciando o fato de que diferentes mídias (on-line) podem condicionar diversificados modos de produções de conhecimentos em redes de significados. Podem emergir diferentes possibilidades colaborativas de atuação em contextos virtualmente educacionais ao se buscar convergências entre Educação Matemática, Informática e Artes (IBIDEM, p. 4).

Muitos não quiseram participar, motivo pelo qual acordamos que essa atividade diferenciada valeria um ponto na unidade. A primeira atividade aplicada envolveu a pré-proposta com duração de 20 minutos e um questionário individual a fim de averiguar as dificuldades e os erros mais frequentes cometidos pelos alunos na resolução de questões de cálculo. À vista disso, as perguntas foram diretas, e as respostas, abertas. Com esse instrumento, foi possível identificar problemas cognitivos de leitura, interpretação e compreensão dos textos matemáticos, barreiras que impediam a compreensão dos conteúdos.

Além das deficiências de conteúdo, como trigonometria, potenciação, racionalização, função e equação logarítmicas, detectamos dislogias e dislexias que se manifestaram em frases interrompidas e troca de letras na escrita, além de muita confusão na interpretação do texto. Logo após, os alunos realizaram a segunda atividade do dia: a avaliação da unidade contendo questões sobre limites.

No segundo encontro, cada aluno recebeu a incumbência de corrigir a prova de um colega. Em seguida, ocorreu a discussão em sala de aula acerca do assunto e suas dificuldades singulares narradas nos questionários e na correção da prova. Nesse momento, houve o relato dos problemas (racionalização de uma função do segundo grau e com índices superiores a três, fatoração algébrica, divisão de polinômios, equações logarítmicas, função exponencial, relações trigonométricas, ciclos trigonométricos, propriedades da potência, análise e construção de gráficos de funções) e propostas algumas soluções. Ademais, os discentes tiveram a oportunidade de esclarecer dúvidas, realizar questionamentos e discussões em relação aos erros cometidos. Estes, ao serem valorizados e, consequentemente, identificados e corrigidos, contribuíram para a construção do conhecimento.

Através da análise do erro/dificuldade, os alunos foram encontrando soluções e questionando as etapas. Ao verificar e compreender as respostas corretas das questões da prova, aplicada no primeiro momento, eles conseguiram identificar os erros que haviam cometido. Essa etapa também propiciou considerar a vida dos alunos, que foram indagados sobre sua realidade escolar, como as dificuldades que enfrentaram no Ensino Fundamental e no Médio.

Dessa forma, valorizaram-se a forma vida dos alunos e seus jogos de linguagens[2]. Cabe destacar que, nesta escrita, consta um memorial onde são narradas suas histórias de vida. Ao analisá-lo, constatei que a maioria apresentava dificuldades em Matemática, ocasionadas pelas deficiências de aprendizagem nos Ensinos Fundamental e Médio. Ademais, verifiquei que grande parte estudou em escolas públicas e que muitos assuntos não foram ensinados pelos professores, por isso a enorme defasagem no ensino da citada disciplina.

Somadas a isso, havia as dificuldades para frequentar a faculdade, já que muitos, advindos de cidades vizinhas, deslocavam-se diariamente à Instituição que frequentavam. Quanto à opção pela Engenharia, declararam que, apesar das defasagens, a escolha se deveu à afinidade com a Matemática; porém, a falta de tempo – todos trabalhavam – impedia que dedicassem um tempo maior aos estudos. Além disso, os memoriais expressam os desencontros familiares, vidas marcadas

[2] As teorizações de jogos de linguagem, forma de vida, semelhança de família, neste capítulo, são incipientes, pois trabalho esses conceitos mais detalhadamente no referencial teórico.

por tragédias e desarranjos escolares. Esse foi o primeiro dado significativo da intervenção.

Para a última atividade, a sala foi dividida em pequenos grupos, visando à construção da performance matemática digital de um psicodrama, mostrando as mudanças que já haviam acontecido no processo. Primeiramente, auxiliei-os na preparação das dramatizações, organizando com eles as ideias e os pensamentos que expressariam nessa atividade. Os grupos encenaram uma aula tradicional, na qual um componente interpretou o professor e explicava a correção das questões da prova, e os demais, como alunos, colocavam as dúvidas e comentavam seus erros cometidos na avaliação. Em uma das equipes, o “docente” solicitou aos estudantes que fossem ao quadro corrigir alguma questão que um colega houvesse errado na avaliação. Após a elaboração da aula expositiva, organizaram-se, em outras salas da FAINOR, ensaios. Para a filmagem da dramatização, uma parte utilizou filmadora; a outra, o próprio celular.

O terceiro encontro foi realizado em junho. Inicialmente, ocorreu a apresentação das performances matemáticas digitais de um psicodrama no “data show”, na sala de aula. Os alunos desenvolveram a atividade e, no final, produziram um relatório; o drama foi definido como elaboração de vídeos. Na expressão dramática, percebi uma nova postura corporal da turma e, no embate emocional, falhas que não haviam sido explicitadas nos trabalhos em sala de aula nem no componente curricular. O fato é que os discentes não se sentiam encorajados a exibir suas deficiências na disciplina de Cálculo I durante as aulas, motivo pelo qual eu as desconhecia. O momento foi significativo, pois todos problematizaram suas próprias dificuldades e as dos colegas, a fim de, num esforço coletivo, construir o conhecimento. Enfatizamos nos vídeos as correções, e o erro foi valorizado, já que ele é o ponto de partida; não resolve a questão, mas a aponta.

Com isso, a investigação sofreu uma ressignificação; as certezas se transformaram em desconfianças. Após padecer na enfermidade do não saber, a cura acontece com o desvelamento de novas explicações, deixando cicatrizes e dores nunca esquecidas. Ás vezes, o remédio é amargo; porém, necessário. Assim, aos poucos, a pesquisa encontra seu rumo, segue seu ritmo e navega com mais segurança como diz o poeta Fernando pessoa (2004) “Navegar é preciso, viver não é preciso”; então, pesquisar é preciso, viver não é preciso!

No próximo capítulo, esclareço as rotas que ligam a Etnomatemática às contribuições dos professores do Mestrado, citados em suas produções teóricas com as ideias de Wittgenstein. Conforme Knijnik et al. (2012, p.18), “A Etnomatemática está interessada em examinar as práticas fora da escola, ou seja, na aplicabilidade da matemática”. Ela é o capítulo onde analiso a bibliografia pertinente e as citações de apoio aos argumentos e à lógica das formulações descrita pelas autoras em seus estudos sobre Wittgenstein. Elas concebem a Etnomatemática

> [...] como uma caixa de ferramentas que possibilita analisar os discursos que institui 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 diferenças de família. Assim, Wittgenstein diz não haver uma única Matemática com suas marcas eurocêntricas (IBIDEM, p.28).

Assim, seguindo essa instrução, o barco navegou sofrendo consertos e reparos. As velas da Etnomatemática foram âncoras para garantir paradas para estudos e reflexões. De início, a navegação foi precária, cheia de imprevistos e improvisações. Relatar essa experiência faz parte da dissertação. O Mestrado da UNIVATES me auxiliou na construção do barco e no trajeto com seus imprevistos.

As ideias de Foucault, discurso, enunciado e regime de verdade, foram centrais às entrevistas e às práticas, instrumentos de pesquisa que apresento no capítulo 3, denominado Águas de fundo raso. No 4, exponho as facilidades dos softwares educacionais de Cálculo e a aproximação desses instrumentos tecnológicos com o jogo de linguagem dos alunos de Engenharia da Computação. Finalizo com o capítulo das implicações finais da pesquisa com suas promessas de continuidade e novas rotas a serem navegadas.

2 ETNOMATEMÁTICA DE VENTO EM POPA

Neste capítulo, o meu propósito é evidenciar aspectos sobre o programa Etnomatemática. As dificuldades em elaborá-lo se deveu mais pelo meu desconhecimento do que pelo assunto propriamente dito. No entanto, o esforço dedicado à compreensão me proporcionou os maiores ganhos teóricos. Conhecer meus limites foi uma conquista que implicou mudanças radicais em minha prática pedagógica e vida pessoal.

A expressão Etnomatemática emergiu na década de 1970, criada pelo professor Ubiratan D'Ambrósio. Assim, por ter sido o desbravador desse programa, é considerado o seu fundador. O primeiro exemplar da Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática (SBEM), publicada em 1993, foi dedicado à Etnomatemática e o artigo inicial, denominado "Etnomatemática: um Programa", foi escrito por D'Ambrósio. O autor expressa que:

> 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 (D'AMBRÓSIO, 1993, p.6)

O programa Etnomatemática é dedicado à pesquisa e o sentido vem exatamente da filosofia da ciência para a epistemologia do conhecimento. Nela, parte da realidade surge de forma natural, a qual foco em minha prática pedagógica. Portanto, a preocupação desta dissertação não é um trabalho teórico ou epistemológico, mas um relato de uma prática do ensino em Matemática. A

Etnomatemática, como programa, mantém uma relação estreita com a história dos povos, as diversas culturas e maneiras de resolver problemas inerentes às práticas matemáticas. Porém, considero pertinente informar que o programa teve sua origem na busca pelo entendimento do fazer e do saber matemático de culturas marginalizadas, conforme cita D'Ambrósio (2002, p.17):

> O grande motivador do programa de pesquisa que denomino Etnomatemática é procurar entender o saber/fazer matemático ao longo da história da humanidade, contextualizado em diferentes grupos de interesse, comunidades, povos e nações.

D'Ambrósio pesquisou e examinou os saberes matemáticos ao longo da história e seus contextos em diferentes grupos, comunidades, povos, observando seus fazeres diários. Nessas buscas, procurou identificar as diferentes formas de produção do saber matemático e verificou sua dinâmica diversa, em especial os específicos modos de fazer e pensar as distintas matemáticas. Nesse referencial teórico, a noção de cultura é central.

Conforme Costa (2003, p. 213), a cultura é a reunião de objetos, saberes, valores, linguagens em movimento, em constante mudança; portanto, ela não seria um produto, mas uma produção. Então, a Matemática produzida em diferentes culturas é recriada, reconstruída, adquirindo diferentes significados.

> 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.

No início, os pesquisadores e colaboradores da Etnomatemática estavam centrados em resgatar os saberes e fazeres das culturas e levar para a sala de aula o que revelava ser um esforço voltado ao vínculo social. O pioneirismo desse tipo de investigação é atribuído a Eduardo Sebastiani. Segundo Knijnik et al (2012, p. 19),

> Se D'Ambrósio posicionado como aquele que instituiu a Etnomatemática como uma perspectiva da Educação Matemática, Eduardo Sebastiani (1991); 1993; 19940) 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.

Assim, 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 (IBIDEM, 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 o de escolarização.

Compreendi que a Etnomatemática é um campo que pode ser aliado a uma prática pedagógica e requer escolhas metodológicas. Ademais, é polissêmico, isto é, possui variadas semânticas, abre um espectro de perspectivas e tendências, dialoga com fazeres e saberes diversos, impedindo, dessa forma, a imposição de regras absolutas. Como bem apontam Knijnik et al (Ibidem, p. 23), “A Etnomatemática, desde sua emergência, vem se constituindo como um campo vasto e heterogêneo”. Por isso, escolhi um dentre os vários caminhos e estou alicerçada na produção acadêmica do GIPEMS – Grupo Interinstitucional de Pesquisa em Educação Matemática e Sociedade – coordenado pela professora Gelsa Knijnik. Nesse sentido, estou me apoiando nos estudos das professoras Gelsa Kninjik, Ieda Giongo e Fernanda Wanderer, integrantes do grupo. Com a leitura de suas obras, cheguei às ideias da maturidade do filósofo austríaco Ludwig Wittgenstein.

Dentre as múltiplas posições, a visão de Gelsa Knijnik e do GIPEMS fazem intersecções da Etnomatemática com as ideias de Wittgenstein e Michel Foucault, o que favorece o estudo de meu objeto de pesquisa. A citação abaixo se caracteriza como fundamento, pois elucida uma caixa de ferramentas como auxiliar das análises dos discursos variados que se instalam nas Matemáticas Acadêmica e Escolar, mas que não podem ser desarticulados dos jogos de linguagem e suas semelhanças de família[3]. As citadas autoras afirmam que,

> 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 (IBDEM, p. 28).

A ideia de relacionar a história desta pesquisa com a da Etnomatemática surgiu no início do Mestrado. Inicialmente, pensei na possibilidade de existir uma matemática específica dos Engenheiros da Computação. Mas, com a leitura de "As Teias da Razão", de Mauro Lucio Leitão Condé, as incertezas foram transformadas em problemas e objeto de estudo. A afirmação do autor de que a pragmática da linguagem somente pode ser compreendida a partir da noção de uso abriu o caminho para a navegação da pesquisa com mais firmeza e direção.

> Nas Investigações, a noção de uso (Gerbrauch) é de importância decisiva na nova concepção de linguagem apresentada por Wittgenstein. A pragmática da linguagem presente nas Investigações somente pode ser compreendida a partir da nova dimensão da noção de uso ali presente (CONDÉ, 2004, p.46).

De início, deparei-me com questões que considero importante relatar, já que despertaram e ativaram minha curiosidade. Ademais, sofreram total transformação, servindo-me de referência: Como seria esse uso? Que sentido esse uso dos engenheiros daria aos signos matemáticos aprendidos na sala? Assim, a investigação e a observação no mundo do trabalho dos Engenheiros da Computação tiveram que ser incluídos na pesquisa.

O esforço para sintetizar e escrever foi grande. Precisei assistir às aulas de Filosofia e ler inúmeras vezes os livros referentes ao meu referencial teórico, pois sou professora de Matemática e meus estudos anteriores pouco avançaram em tais questões. Por considerar mais fácil a sua compreensão, primeiramente, exponho o comentário de Knijnik e, mais adiante, o da "História da Filosofia", de Giovanni Reale para explicar a utilização conceitual de jogos de linguagem e semelhança de família. Knijnik (1996, p. 74) comenta que

> A Etnomatemática, ao colocar o conhecimento matemático acadêmico como uma forma das formas possíveis de saber, põe em questão a "universalidade" da Matemática produzida pela academia. Salienta a questão universal, à medida que não é independente da cultura. Em um

[3] Tais expressões explico-as mais adiante.

> certo, sentido, poderia ser considerada como “internacional”, pois é utilizada em muitas partes do mundo.

Penso ser relevante mencionar Wittgenstein, haja vista ter lido a “História da Filosofia”, de Reale (1991). Nela, o autor relata que Ludwig Joseph Johann Wittgenstein nasceu em Viena, em 26 de abril de 1889, e faleceu em Cambridge em 29 de abril 1951. Um dos filósofos mais importantes do século passado, atuou nas áreas da Linguagem, Lógica e Matemática e estudou Engenharia Mecânica; mas, ao se aproximar de Russel, voltou-se aos problemas lógicos e filosóficos.

Bertrand Russel (1872-1970), filósofo que influenciou de maneira decisiva o pensamento do primeiro Wittgenstein, dedicou-se à Lógica e à Matemática. Como Wittgenstein, ele entendia que a Matemática, além de simplesmente medir, aproximava pessoas, numa multiplicidade de funções e jogos de linguagem.

Ainda conforme Reale (1991, p. 658), Wittgenstein publicou “Tractatus Logico-Philosophicus” em 1922, em que filosofou sobre as exigências lógicas e defendeu que a linguagem deveria assumir a tarefa de representar o mundo. Isso, para ele, era tornar presente para o interlocutor o que de fato estava ausente, citando como exemplo que, “Quando digo cavalo, mesmo não havendo nenhum cavalo presente, todos compreendem e sabem do que estou falando”, chamando esse processo de representar o mundo. Embora sua leitura não seja fácil, considero essa obra muito importante para o professor de Matemática e de Lógica, possibilitando, inclusive, estabelecer comparações entre o primeiro e o segundo Wittgenstein. A citação de Condé (1998, p.86) favorece uma melhor compreensão.

> [...] conforme foi dito, no *Tractatus* a pergunta fundamental de Wittgenstein era *o que é a linguagem*? Isto é, *qual a sua essência*? Nas investigações, Wittgenstein interditará essa questão, pois, segundo sua nova maneira de pensar a linguagem, não devemos *perguntar o que é a linguagem, mas de que modo ela funciona.* Não nos cabe buscar uma suposta essência oculta na linguagem (desejo, segundo Wittgenstein, originado pelo enfeitiçamento da própria linguagem sobre nós), mas tão somente compreender os diversos *usos* da linguagem.

Contudo, nesta dissertação, o interesse maior foi pela obra denominada “Investigações Filosóficas”, publicada, postumamente, em 1953, e estudada detalhadamente pelo grupo da Etnomatemática. Giongo (2008), em sua tese de doutoramento, argumenta que, na fase de suas teorizações, o filósofo passou a ser conhecido como “Segundo Wittgenstein” ao declarar a impossibilidade da existência de uma única linguagem. Sobre isso, Condé (1998, p.86) 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.

Nesse registro teórico, cabe falar em linguagens. As autoras do livro "Etnomatemática em movimento" aprofundam a questão dos jogos de linguagem, negando a possibilidade de uma linguagem universal. Apoiando-se no filósofo Wittgenstein, demonstram que

> O "Segundo" Wittgenstein concebe a linguagem não mais com as marcas da universalidade, perfeição e ordem, como se preexistisse às ações humanas. Assim, como contesta a existência de uma linguagem universal, o filósofo problematiza a noção de racionalidade total a priori, apostando na constituição de diversos critérios de racionalidade Knijnik et al (2012, p. 29).

Wittgenstein elaborou um conceito importante para a fundamentação da pesquisa: a ideia de jogo de linguagem se constituiu em âncora indispensável aos estudos e investigações da Etnomatemática, conforme descrito por Knijnik et al (Ibdem, p.30). Pensar em jogos de linguagem implica assumir a quebra desta como representação. De acordo com Condé (1998, p.91),

> [...] As *Investigações* abandonam a concepção de linguagem como *cálculo* para adotarem a concepção de linguagem como um *jogo*, abrangendo, com isso, o aspecto pragmático presente na linguagem. Assim, diferentemente da noção de cálculo, a noção de jogo de linguagem envolve, não apenas expressões, mas também as atividades com as quais essas expressões estão interligadas.

O fato de se chamarem jogos de linguagem poderia induzir à ideia de universalidade; porém, quando se passa de um jogo para outro, aparecem ou desaparecem determinadas características, onde cada um guarda sua singularidade como acontece em jogos esportivos, cujas regras são próprias e as características, distintas. Para Condé (1998, p.96-97),

> [...] assim como na passagem de um jogo qualquer para outro aparece ou desaparece um determinado traço característicos (alguns jogos são jogados com bolas, como futebol, o tênis, o basquete, etc., mas em outros, como o xadrez e o baralho, esse traço desaparece), também, nos diversos jogos de linguagem, aparecem ou desaparecem traços característicos.

As palavras, como explica Gottaschalk na citação abaixo, ganham sentido a partir do conjunto de regras do jogo de linguagem em que estão inseridas. Esse conjunto, que cada jogo de linguagem possui, funciona como uma gramática que dá sentido não só às palavras, mas às experiências com os objetos empíricos referentes a essas palavras. Assim, não é o conjunto de minhas experiências individuais com os objetos que gera o conceito, mas esse conjunto de regras dos determinados jogos de linguagem.

> Ao empregarmos a palavra cadeira, seguimos regras tais como servem para sentar, são estáveis (não desmontam quando sentamos nelas e tampouco desaparecem), existem, não voam a maior parte delas têm quatro pés, podem ser empurradas etc. É esse conjunto de regras que dá sentindo a qualquer experiência que eu tenha com o objeto empírico cadeira, diferentemente da ideia de que o conceito de cadeira seja um produto final de todas as minhas experiências individuais com esse objeto (GOTTASCHALK, 2007, p.465).

No meu entendimento, a Etnomatemática posiciona a Matemática que ensino como um saber entre os diversos saberes matemático-aritméticos, ou seja, as atividades de medir, pesar, contar e calcular. Ela não é um saber geral, não estando, inclusive, na academia cultural; embora seja utilizada em muitas partes do mundo, não é única. Assim, a Etnomatemática considera sempre as formas de vida e os jogos de linguagem onde a Matemática se assenta. Desse modo, Condé (1998, p. 101) enuncia que:

> De acordo com as *investigações*, os jogos de linguagem estão diretamente relacionados com as formas de vida. Os jogos de linguagem encontram sua sustentação no contexto da vida. As regras que regulam os jogos de linguagem estão inseridas em uma ampla malha de ações muito complexas, ou seja, a linguagem emerge de uma forma de vida.

Os jogos de linguagem estão fortemente enredados às formas de vida que os engendraram, e os Engenheiros da Computação no exercício profissional se constituem em uma forma de vida, motivos pelos quais podemos aproximar a Matemática Acadêmica dos jogos de linguagem oriundos das atividades desses profissionais. Knijnik et al (2012) inferirem que não há, do ponto de vista epistemológico, uma única Matemática e nem desdobramentos daquela reconhecida socialmente como a Matemática. Existiria, então, nesse referencial teórico, a necessidade de se falar em distintas matemáticas, cada uma delas vinculada “a formas de vida” específicas. Knijnik et al (Ibidem, p. 47) explicam, por meio de um exemplo, que um desses jogos consiste em calcular “o tempo de trator utilizado para carpir”, isto é, preparar a terra para o plantio. Segundo um dos camponeses, “a gente põe o trator em cima da terra. Trabalhando com ele três horas, dá certinho um hectare".

Há, portanto, uma mistura de espaço e tempo, ou melhor, uma forma de medir o espaço pelo tempo e reduzir este àquele sem considerar a duração e a fadiga na hora de usar um trator. Porém, o tempo é contado como unidade de área, talvez para atender às demandas de uso, aluguéis, empréstimos e variada combinação que envolvem complexos jogos de linguagens e formas de vida. É interessante que a necessidade de habitação no exemplo faz surgir da labuta uma Matemática que é calculada com precisão e eficiência, mas diferenciada daquela ensinada nas escolas.

Essa fuga da Matemática Escolar é justificada por haver um gasto de tempo maior para treinar e aprender o trabalho. Neste, em geral, as estimativas e aproximações têm sua constância aprimorada apenas pelo uso. Aluga-se um trator por X horas e fica estabelecido que ele realizará a tarefa nas horas seguidas, sem contar o tempo para o motorista realizar a limpeza do terreno. Para exemplificar, podemos citar o caso dos estribos que envolvem os pedreiros e serventes e o uso do trator que possibilita medir o espaço com o tempo. Geralmente, o aluguel do trator e o contrato do trabalho realizado são tarefas contadas pelas horas para percorrer um determinado espaço anteriormente estabelecido pelo uso da citada máquina. Tudo isso se apresenta como exemplos de uma Matemática não escolar, que é construída a partir do uso, do fazer dos trabalhadores em suas diferentes atividades e formas de vida.

Wittgenstein (2003, p. 33) afirma que a palavra só adquire significado quando a operamos; portanto, dentro de um jogo de linguagem; entendê-la pode significar saber como usá-la e sermos capazes de aplicá-la. O interessante é que, nos jogos de linguagem, ela adquire outros sentidos e significados e passa a depender das formas de vida, necessitando ou construindo outra gramática. Esta, às vezes, estranha a outros povos e culturas, deve ser traduzida pela sua semelhança de família na sonoridade ou na grafia, independente da língua falada e escrita. Nessa perspectiva, Condé (1998, p. 89) esclarece que "[..] o uso não é mais simplesmente o uso de palavras na proposição (*Tract.* 3.3), mas está inserido em um contexto muito mais amplo". E completa: "A significação de uma palavra é dada a partir do uso que dela fazemos em diferentes situações e contextos" (IBIDEM, p. 89).

Uma concepção de linguagem formulada por Wittgenstein (2004, p.38 §43) está situada no terreno da prática e da cultura, ou melhor, nos jogos de linguagem: “pode-se, para uma grande classe de casos de utilização da palavra ‘significado’ – se não para todos os casos de sua utilização –, explicá-la assim: a significação de uma palavra é seu uso na linguagem”.

Outro conceito fundamental para este trabalho é o de semelhança de família. Para a compreensão da ideia de Wittgenstein, inicialmente, é preciso entender que não há essência na linguagem, ou seja, nenhuma palavra tem um sentido definitivo; ela pode ser ressignificada. Dependendo do uso, lugar, falante, seu sentido é modificado, isto é, dependendo da situação, esses variados significados se aproximam ou se afastam e a isso chamamos de semelhança de família.

> [...] as semelhanças entre aspectos pertencentes aos diversos elementos que estão sendo comparados, mas de forma tal que os aspectos semelhantes se distribuem ao acaso por esses elementos. Esses elementos entrecruzam-se aleatoriamente, sem repetir-se uniformemente (CONDÉ, 2004, p. 53).

Em vista disso, podemos nos comunicar com pessoas cujas formas de vida são diferentes, entender seus significados e aproximá-los dos nossos. Ainda, de acordo com Condé,

> [...] semelhança ou parentesco não é identidade. A semelhança não envolve uma propriedade comum invariável. Ao dizer que alguma coisa é semelhante a outra coisa, não estou de forma alguma postulando a identidade entre ambas. As semelhanças podem variar dentro de um determinado jogo de linguagem ou ainda de um jogo de linguagem para outro, isto é, essas semelhanças podem aparecer ou desaparecer completamente dentro de um jogo de linguagem, ou ainda aparecer ou desaparecer na passagem de um jogo de linguagem para outro (CONDÉ, 1998, p. 92).

Conforme citei anteriormente, apresento alguns trabalhos do grupo de pesquisa GIPEMS, coordenado pela professora Gelsa Knijnik e que conta com a participação das professoras Ieda Giongo, Fernanda Wanderer e Marli Quartieri. Penso ser relevante mencioná-los, haja vista sua importância na investigação da Etnomatemática, em especial por seu adensamento teórico metodológico. Ademais, a leitura auxiliou-me na sua compreensão como programa. Cabe também destacar que, no PPGCE alguns alunos optaram, como referencial teórico, por este campo.

Todos esses trabalhos evidenciam as raízes antropológicas da Etnomatemática e como D'Ambrósio realizou uma transformação do ponto de vista do pensamento matemático, dando realce aos aspectos cognitivo, histórico, social, pedagógico. Estes revelam uma matemática mais próxima da vida das diferentes culturas. Por conta disso, não me preocuparei em citá-los em ordem cronológica, tampouco serão classificados em "teóricos" ou "práticos" tendo em vista que cada um, em determinados momentos de meus estudos, foram centrais para a compreensão de conceitos, produtividade de práticas pedagógicas alicerçadas no campo da Etnomatemática e para uma "virada" em minhas concepções teórico-metodológicas acerca de ensinar e aprender Matemática.

Andreia Godoy Strapasson, (2012), em sua dissertação, problematiza como um grupo de alunos vinculado à fumicultura operava com práticas matemáticas fora e dentro da escola. A autora, utilizando-se dos referenciais teóricos segundo Wittgenstein, conclui que a disciplina Matemática ali gestada poderia ser considerada uma Etnomatemática. A importância desta é também uma desmistificação de uma Matemática que guarda uma essência e universalidade a que chamamos de Ciência.

Outro exemplo desse fazer/pensar dos pesquisadores da Etnomatemática é de Claudia Duarte, que mostra como a valorização de saberes e fazeres das diversas formas de cultura é objeto de pesquisa do programa. A seguir, uma parte que mereceu minha atenção:

> A investigação que me propus realizar teve como objetivos examinar como eram produzidos saberes matemáticos pelos trabalhadores da construção civil, em práticas desenvolvidas nos canteiros de obras e que implicações curriculares poderiam ser inferidas a partir destes modos de produção (DUARTE, 2003, p. 193).

Outro trabalho significativo de Cláudia Duarte, em companhia de Leonidas Taschetto (Duarte e Taschetto, 2013, p. 109-110) esclarece os pensamentos de Wittgenstein ao mostrar o rompimento com o essencialismo e as universalidades, traços fundamentais do corpus teórico da Etnomatemática. Embora seu acentuado sentido filosófico esteja distante de meus conhecimentos, atrevo-me a citá-lo, pois enfatiza o dualismo, ora essencialista – busca uma essência, ora a positividade dos fatos, para entender a realidade, mas conclui um isomorfismo, isto é, a mesma forma que deduz que essência e positividade dos fatos são uma só coisa.

> De forma mais pontual, o entendimento proposto por Wittgenstein sobre a racionalidade torna-se fértil para a Etnomatemática, visto que ele se opõe a posturas que ora são essencialistas, pois buscam uma essência lógica (idealista), ora são positivistas, pois buscam a positividade dos fatos para entender a racionalidade. Assim, o filósofo problematiza a racionalidade como resultado de um modelo representacional da linguagem que propunha um isomorfismo entre linguagem e mundo (IBIDEM, p.110)

Logo, uma linguagem como representação do mundo conserva uma lógica idealista e detém uma verdade absoluta, ao contrário da teorização com base nos jogos de linguagem, que possibilita diferentes racionalidades.

> Suas teorizações, de forma contrária, se afastam da ideia de linguagem como representação do mundo, pois ele privilegia a interação, ou seja, a racionalidade para este filósofo emerge da gramática, das regras presentes nas interações dos jogos de linguagem, das práticas sociais cotidianas presentes em uma dada forma de vida. Como existem diferentes formas de vida com diferentes jogos de linguagem, é possível inferir a existência de diferentes gramáticas que possibilitam a construção e emergência de diferentes racionalidades (IBIDEM, p.109-110).

Os estudos citados até aqui privilegiam a interação e a racionalidade que emergem da gramática, das regras presentes, dos jogos de linguagem e das práticas sociais existentes em determinada forma de vida. E concluem afirmando que as matemáticas são conformadas por um conjunto de jogos de linguagem e, consequentemente, geram múltiplas racionalidades.

Devido à complexidade do assunto, apoiei-me também em Giongo (2008, p. 187), que, em sua tese de doutoramento, cita as diferentes matemáticas, fato que me conduziu aos estudos de jogos de linguagem em Wittgenstein. A autora aponta para o fato de Etnomatemática se apresentar como um exame da crise do modelo de racionalidade da Modernidade. Esta, eurocêntrica e instrumental, apresenta-se de maneira universal e essencialista, com regras desarticuladas das práticas e das diversidades de culturas e formas de viver. Dessa forma, "trata-se de pôr sob suspeição o lugar ocupado pelo que denominamos 'matemática' com suas marcas eurocêntricas, com regras que conformam uma gramática que prima pelo rigor, pela assepsia, pela exatidão e pela abstração (Ibdem).

Para complementar, Mauro Lúcio Leitão Condé afirma, na citação a seguir, que os jogos de linguagem e suas gramáticas nascem da vida social, das condições dadas; logo, não surgem abstratos, numa espécie de metafísica. Para ele, as regras gramaticais estão integradas aos objetos, ou seja, as regras de cada jogo de linguagem ganham materialidade.

> 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).

O artigo “Etnomatemática, ensino médio politécnico...” de Rosana Zanon, Ieda Giongo e Angélica Munhoz (2014) destaca a relação entre os jogos de linguagem e a existência de múltiplas matemáticas. Nele, a ideia de uma Matemática universal e única é fortemente criticada pois as autoras mostram como, numa pequena comunidade italiana gaúcha, formada por pequenos agricultores, os jogos de linguagem variavam conforme as necessidades da população. Assim, por exemplo, algumas agricultoras entrevistas evidenciaram que, para calcular o valor de uma forma de queijo vendido faziam uso da calculadora, outras, em contrapartida, simplesmente observavam o preço cobrado pela concorrência e decidiam, por meio de aproximações, o valor a ser cobrado.

Dando continuidade às citações de trabalhos envolvendo a Etnomatemática, apresento a dissertação de Débora de Lima Velho Junges (2012), intitulada “Família, Escola e Educação Matemática”. Ela especifica como uma pessoa transita por diferentes jogos de linguagem e, consequentemente, por diferentes formas de vida. Cada uma delas exige jogos diferentes para suas significações, as quais estão relacionadas às realidades e condicionamentos sócio- culturais. Segundo Condé,

> Aprendemos com Wittgenstein, assim, que não existem fundamentos últimos, nem na positividade dos fatos, nem na essência da forma lógica. É a partir de nossos usos, de nossa forma de vida, que estabelecemos nossas significações, etc., com as quais damos sentido ao que nos cerca. Entretanto, uma outra questão mais importante emerge nesse ponto. Ainda que não possam conceber um fundamento último, não podemos abrir mão de critérios de racionalidade (CONDÉ, 2004, p. 81).

Assim, tais trabalhos mostram como Wittgenstein (2004) inaugura uma filosofia que realiza uma terapêutica na linguagem, substituindo a semântica pela gramática. Como ele mesmo afirma nas Investigações (IBIDEM, p. 126 §255), "O filósofo trata uma questão como uma doença". A esse respeito Condé (IBDEM, p.94) afirma que:

> [...] as noções de jogos de linguagem e de semelhanças de família levam ao

> abandono da busca de uma essência invariável (forma lógica segundo o Tractatus) que garanta a identidade, pelo menos formal, da linguagem. Com efeito, as Investigações interditam a possibilidade de uma linguagem universal, enfatizando, ao contrário, a dimensão particular dos jogos de linguagem [...]

Essa expressão (formas de vida) significa o modo de vida de uma sociedade, ou seja, a maneira como as pessoas vivem. No entanto, os jogos de linguagem também possuem semelhanças, assim como as de família. Logo, eles não têm sentido fora da vida em que são gerados. Essa forma de pensar a linguagem fez emergir outra ideia: se a Engenharia é uma técnica, arte, atividade prática, ela é uma forma de vida, pois mede, conta, deriva e calcula no seu fazer cotidiano e seus jogos de linguagem são produtos e produtores das formas de vida. É provável que a Matemática dos engenheiros seja um tanto diferente da dos acadêmicos, que se caracterizam em outras formas de vida e jogos de linguagem embora eles apresentem semelhanças de famílias.

Os artigos que cito em seguida se referem à Educação Matemática e à Etnomatemática. Consequentemente, auxiliaram diretamente na minha investigação, principalmente na metodologia e na ação prática da pesquisa.

Fernandes Grasseli (2012), em sua dissertação “Educação Matemática, Etnomatemática e Vitivinicultura: analisando uma pratica pedagógica’’, expõe as regras matemáticas que emergiram enquanto um grupo de estudantes analisava algumas questões relacionadas à cultura da vitivinicultura e quais dessas regras eram usadas no ambiente escolar. O desenvolvimento da pesquisa envolveu a produção de filmagens, entrevistas realizadas pelos alunos com alguns agricultores da região e observações em uma tanoaria do município.

A investigação também contou com a elaboração de vários processos abrangendo noções matemáticas, como a confecção das pipas (tanque de armazenamento), a medição das madeiras que seriam utilizadas para a confecção e a divisão da circunferência interna em seis partes. O estudo resultou em algumas unidades de análises, entre elas, práticas matemáticas que se ressaltaram no meio laboral, principalmente as estimativas e os arredondamentos. Cabe enfatizar que, nas aulas de Matemática não escolar, os alunos estabeleceram regras e acertos e, como o orientador, tornaram-se pesquisadores. O autor conclui afirmando que o estudo foi muito proveitoso, pois contribuiu para a diminuição de um tabu existente na vida dos estudantes: a Matemática é complicada e até mesmo impossível de se aprender.

Esse estudo foi realizado em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Ensino Médio Pedro Migliorini, Monte Belo do Sul – RS, durante o ano de 2010. Com isso, ele alerta que, para a construção de uma pipa de vinho, os conhecimentos adquiridos na escola foram insuficientes; fez-se necessária a experiência na fabricação de vinho - conhecimento não escolar – ou, nas palavras do autor, “fora dos bancos escolares” (IBIDEM, p.42).

“Educação Matemática, Culturas Rurais e Etnomatemática: Possibilidades de uma Prática Pedagógica”, de Andreia Godoy Strapasson (2012) envolveu uma turma de sétima série do Ensino Fundamental de uma escola situada em um pequeno município gaúcho onde a autora lecionava. Segundo ela, a investigação, inicialmente, confundiu os alunos, que não conseguiam distinguir as aulas de Matemática do seu trabalho de pesquisa. A autora também mostrou como eles trabalharam as situações ligadas à Matemática e fez relação desta com a cultura camponesa da comunidade. Seu objetivo geral era problematizar aspectos da cultura camponesa, contestar determinadas verdades do currículo escolar, em especial a suposta existência de uma única linguagem matemática, e possibilitar a integração da comunidade com os processos ensino e aprendizagem da disciplina.

Para isso, utilizou a metodologia qualitativa, tomando como base a observação direta e as entrevistas individuais e de grupo focal. Os referenciais teóricos da Etnomatemática se apoiaram nos estudos das obras de D’Ambrósio, artigos, dissertações e teses de autores, como as de Giongo, Kinijnik, entre outros. O material de pesquisa foi composto de relatos e materiais produzidos pelos alunos e seus pais. A análise mostrou que os discentes pesquisados se expressavam por meio das regras próprias de sua cultura, embora percebessem que, no ambiente escolar, as utilizadas eram diferentes.

Fernanda Wanderer (2007), em sua tese de doutoramento pela UNISINOS, intitulada “Escola e matemática mecanismos de regulação sobre sujeitos escolares de uma localidade rural de colonização alemã do Rio Grande do Sul”, teve como objetivo analisar os discursos sobre a escola e a Matemática Escolar de um grupo de colonos, descendentes de alemães evangélico-luteranos, que haviam frequentado uma escola rural do município de Estrela- RS. O material de pesquisa examinado se fundamentou em narrativas produzidas por três mulheres e quatro homens - alunos do referido educandário no período enfocado, Cartilhas de Matemática, cadernos de cópia e ditado.

O exercício analítico levado a efeito com o uso das ferramentas teóricas selecionadas mostrou que tecnologias de poder foram sendo postas em funcionamento sobre os descendentes germânicos. O exame realizado permitiu afirmar que, nessa escola, foram sendo geradas formas particulares de efetuar as operações matemáticas e resolver problemas. Assim, foi possível destacar que a Matemática Escolar produzia modos específicos de pensar e agir na escola e na sociedade, atuando, então, como uma tecnologia de regulação da população infantil. Utilizaram-se análises desenvolvidas por Foucault sobre a biopolítica, a presença do racismo no Estado e as ideais de Hardt e Negri sobre o racismo imperial.

A dissertação de Mestrado de Neiva Inês Rodrigues (2010), intitulada "Matemática, educação infantil e jogos de linguagem: um estudo etnomatemático," teve como objetivo geral criar uma nova perspectiva de visão sobre a Educação Matemática no âmbito da Educação Infantil. Por sua vez, o específico visava examinar os jogos de linguagem que surgiam quando alguns alunos, entre cinco e seis anos, em uma Instituição de Ensino Primário no município de Lajeado, Rio Grande do Sul, eram confrontados pela docente. A autora desfrutou de seu conhecimento na área em questão e o atrelou aos dados obtidos na realização da pesquisa de campo, sendo esta a metodologia adotada em sua investigação.

Inicialmente, a pesquisadora solicitou aos pequenos discentes uma "explosão rode ideias", ou seja, que selecionassem algumas curiosidades que mais os intrigavam. A partir daí, surgiram alguns questionamentos, sendo a maioria sobre o corpo humano. Foi com base nessa temática que desenvolveu inúmeras atividades de acordo com o conhecimento das crianças. Baseando-se nisso, atrelou o interesse dessas crianças ao tema proposto inicialmente, cujo intuito era focar a área da Matemática usando uma régua (fita métrica) para que os alunos a utilizassem e interpretassem.

Sua conclusão foi que a turma utilizava estimativas e comparações além de expressar quantidades com números superiores a uma centena e empregar o cálculo oral nas operações elementares. Com isso, a autora compreendeu que as crianças estavam cada vez mais imersas em diversas culturas, que suas brincadeiras eram outras, isto é, não mais aquelas que ela presenciou quando estudante dos anos iniciais em sua jornada acadêmica.

Os estudos da Etnomatemática acima relacionados me permitiram reconhecer e valorizar as matemáticas produzidas em diferentes formas de vida, colocando sob suspeição a própria linguagem da Matemática Acadêmica. Destaco, sobretudo, que essa perspectiva me possibilitou pensar sobre as “verdades” produzidas pelos discursos que instituem as Matemáticas Acadêmica e Escolar e a forma pela qual tais discursos operam na constituição de diferenças e identidades. Posso também afirmar que essa coleção de trabalhos científicos tornou pertinente a realização do presente estudo, dando vitalidade ao campo da pesquisa. Penso que a Etnomatemática é potente para a produção de novas possibilidades de ensino e pesquisa em Matemática.

O próximo capítulo, “Nas águas de fundo raso”, é indicador de lugares perigosos para uma navegação, pois corre o risco de encalhar. Este também pode ocorrer devido a uma parada de ventos e prejudicar toda a navegação. Essa metáfora é semelhante ao que aconteceu com minha pesquisa: ela sofreu uma espécie de encalhamento. Foram momentos de espera, cansaço, desânimo, em que o tédio se estabeleceu, provocou angústia e esmorecimento. Porém, a minha força e coragem, aliadas à bondade e ajuda de muitas pessoas, desatravancaram o meu barco, e os brados retumbantes da orientação me acordaram e me levaram a continuar a viagem. Assim, a embarcação saiu das águas rasas, e eu cheguei ao meu destino. Em seguida, descrevo os encalhamentos metodológicos da navegação.

3 VELEJANDO EM ÁGUAS DE FUNDO RASO

A metáfora da navegação que intitula este capítulo simboliza uma passagem arriscada, já que o barco poderia encalhar devido à ausência de ventos e atravessar lugares onde a profundidade das águas era insuficiente. A verdade é que isso realmente aconteceu em determinados momentos, fato que quase me levou a desistir da viagem. Mas o incentivo de meus pais, colegas e amigos, o sorriso de meu filho e os brados retumbantes de minha orientadora surtiram efeito e eu retomei a caminhada. Entretanto, isso não impediu que eu chegasse atrasada.

Posto isto, passo a abordar os aspectos metodológicos da prática pedagógica, o tempo dedicado à sua realização, as análises e os objetivos. Além disso, apresento a bibliografia e narro os estudos baseados no campo da Etnomatemática.

Neste momento, penso ser pertinente resgatar a metáfora e revelar que ela foi inspirada em D'Ambrósio, para que assim eu pudesse ambientá-la em minha pesquisa. O corpo desta e o meu formaram simbioticamente um barco. Como já afirmei, "Velejando em águas de fundo raso" representa os perigos que enfrentei em "minha viagem": contratos a cumprir, ausência de "alguns alimentos básicos", como motivação, disposição, decisão. Ao prossegui-la, deparei-me com vários desafios; dentre eles, evitar a repetição de palavras, construção dos parágrafos, clareza e concisão. Portanto, o refazer exigiu atenção dobrada aos pequenos detalhes, considerados importantes neste estudo. Para isso, contei com a professora orientadora. Dessa forma, alcancei novos portos e diferentes mundos, ou seja, o Mestrado, os saberes, as descobertas.

A metodologia não está dividida em duas partes como geralmente ocorre. O intuito foi facilitar o método, que não pode ser uma prisão epistemológica, uma cadeia acabada na qual a pesquisa está inserida, mas algo construído durante o andar da investigação. O aporte teórico-metodológico na perspectiva foucaultiana seguiu os estudos da Etnomatemática, e as práticas pedagógicas investigativas que construiriam a metodologia se originaram das experiências das pesquisadoras da Etnomatemática.

Pelo aporte teórico, constatei que o método não é a priori nem essencialista, ou seja, possui uma essência própria, e a prática corrige a teoria. Na perspectiva foucaultiana, não há separação entre teoria e método, pois, para Foucault, em se tratando de discurso, tudo é prática; as separações e classificações ocultam apenas o jogo de poder e o controle. Para Fischer (2001, p.200),

> 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.

Continuando com minhas metáforas, a teorização metodológica é indicadora da rota dessa navegação e a prática é a bússola levando ao caminho correto. O objetivo não foi a busca por mais uma teoria ou um método, mas sim por uma prática discursiva reflexiva em que os saberes não fossem hierarquizados, mas que revelassem possibilidades de sentido e que permitissem a formação do conhecimento, suas estruturas e os poderes. Ademais, que organizassem o saber, o que se poderia saber e como se poderia ir além do que seria certo saber. Em seu livro “Microfísica do Poder”, Foucault mostra

> [...] [a] genealogia seria, portanto, com relação ao projeto de uma inscrição dos saberes na hierarquia de poderes próprios à ciência, um empreendimento para libertar da sujeição os saberes históricos, isto é, torná-los capazes de oposição e de luta contra a coerção de um discurso teórico, unitário, formal e cientifico (FOUCAULT, 1979 p. 172).

Entretanto, a insurreição do trabalho tem limitações, pois é apenas uma dissertação de Mestrado, uma produção com fim acadêmico. Alfredo Veiga-Neto, em seu texto denominado “Teoria e Método”, reportando-se em Michel Foucault, aponta que,

> [..], na medida em que as discussões sobre método e teoria deslocaram-se do geral e universal para o específico e regional, deslocou-se também boa parte do que estava em jogo em tais discussões. 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 (VEIGA-NETO, 2009, p. 86).

Convém informar que este capítulo é bimodal, pois, incialmente, continha duas partes: o método e a prática. Entretanto, após retrocessos e avanços, decidi uni-los, haja vista ter percebido sua singularidade, isto é, ligam a contingência dos acontecimentos ao pulsar das formas de vida onde estes se constituem. Foucault afirma que o método não é um solo seguro da caminhada, ele é o próprio solo sobre o qual repousa o caminho.

> Para Foucault, o método não é o 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. E mais: 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 é que é construído durante o ato de caminhar (IBIDEM, p. 88-89).

A citação acima confirma as suspeitas sobre o navegar da pesquisa com Veiga-Neto, fluidez do caminho a seguir, ou seja, toda a metodologia, numa inspiração Foucaultiana, é o resultado da ação de pesquisar. O caminho é construído durante a viagem; o método é atravessado pela pesquisa e seus acontecimentos.

Nesta dissertação, a construção do conhecimento se apoia no tratamento do material que emergiu das práticas pedagógicas, utilizando como base referencial a “Análise de Discurso de Michel Foucault”, citada por Veiga-Neto, em seu livro “Foucault e a Educação”, no capítulo “Linguagem, discurso, enunciado, arquivos, episteme...”. Assim, para um melhor entendimento do conceito de discurso do 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 de linguagem como representação do mundo, como algo estático e passivo, mas vista como uma coisa ativa, movente e potente na construção dos sentidos. Por isso, existe a necessidade de escutarmos atentamente as falas dos sujeitos em atividade nas práticas da pesquisa.

Segundo Veiga-Neto (2003, p.108), “[e]ssa lógica é seguida por Foucault, de modo 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”. As “verdades” matemáticas próprias do grupo de estudantes de engenharia emergiram dos discursos sobre as práticas. Entretanto, elas não são gerais, adotadas por todos de um mesmo modo; ao contrário, são concebidas e expressadas mediante a linguagem utilizada por um grupo, com suas especificidades. Não se trata de propor soluções mágicas para o ensino de Matemática utilizado nesse meio a fim de “facilitar” sua aprendizagem, 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”, que dele brotam, ou seja, do esforço da crítica.

Veiga-Neto (2003) também afirma que Wittgenstein (re)pensou a linguagem, mostrando que os discursos não têm correspondência estrita com o mundo, mas que são eles que dão sentido às coisas e, sendo assim, não podemos falar em linguagem, mas em linguagens, já que cada forma de vida constrói seus próprios jogos e suas verdades.

Diante do até aqui explanado, fruto de meus estudos e apoio na Etnomatemática, classifico esta pesquisa como qualitativa, pois, ao reunir a perspectiva de Foucault e a do Segundo Wittgenstein, seria impossível desenvolvê-la quantitativamente. Assim, as narrativas são muito importantes, visto que é das falas e entrelaçamentos de discursos que emergem alguns esclarecimentos e a anunciação de um aspecto do real do Ensino da Matemática para uma modificação a ser percebida na investigação. Dessa forma, relato os caminhos e os descaminhos, os tombos e as inúmeras vezes que precisei refazer os passos de minha trajetória, espelhando-me nos descartados, encaixados, descalçados, que navegaram para o fundo raso e/ou retomaram a navegação em águas fundas.

Quanto aos dados gerados pela pesquisa, não houve tratamento estatístico para cálculos de amostragem em relação ao seu universo conforme se esperava de uma dissertação em Matemática, muito menos estimativas e probabilidades, haja vista não serem objetivos desta investigação. Ao considerar estes, o programa da Etnomatemática ensina que os nexos lógicos não devem ser encontrados na variação, mas sim na similitude, na semelhança de família entre as situações de sala de aula e as da prática que se destinam aos alunos.

Um dos passos metodológicos deste trabalho foi a identificação da posição ou lugar dos sujeitos, visto que é por meio da utilização da linguagem, não como instrumento, mas como prática, que o discurso, os signos e os sinais da comunicação, bem como a Matemática, adquirem significados. Partindo do pressuposto de que os engenheiros, sujeitos desta pesquisa, utilizavam uma linguagem matemática e usavam cálculos, essa prática produz saberes. Nesse sentido, foi traçado um paralelo entre o saber da sala de aula e as formas de aprender e ensinar com eficiência e aplicabilidade, visando à melhoria de seus resultados.

As enunciações foram selecionadas de acordo com os objetivos da pesquisa. Muitas não serão aqui evidenciadas, dada a quantidade de espaço disponível para uma dissertação, outras mais evidenciadas pois detalhes muitas vezes evidenciados após muitas leituras e análise de excertos - mereceram destaques. Reforçando a ideia de intercâmbio entre os saberes, relato uma parte da entrevista com a Engenheira da Computação e Professora, identificada como Engenheira 01, um dos sujeitos da pesquisa. As referências aos sujeitos da pesquisa serão evidenciadas ao longo deste trabalho. Por hora, evidencio estas palavras, tendo em vista que me serviu como guia e referência a um navegar difícil.

Engenheira 01: Assim, quando vim trabalhar na FAINOR como professora já trabalhava como engenheira e não me lembrava mais dessa parte de Transformada de Laplace e tive que revisar meus estudos sobre isto para trabalhar com esta parte de projetos, de softwares e de automação. Tive que rever muito conteúdo, pois na faculdade são muitos assuntos que estudamos. Se estudarmos bastante durante a graduação, depois é só revisar que fica fácil. Então, quando vim trabalhar aqui na FAINOR foi o mesmo assunto que revisei para trabalhar como engenheira. Por isso, a minha prática como engenheira ajudou na minha docência.

Além do intercâmbio entre os saberes e sua contribuição para a prática da docência, o depoimento da Engenheira 01 - “quando vim trabalhar na FAINOR como professora já trabalhava como engenheira [...] a minha prática como engenheira ajudou na minha docência" - comprova que as práticas estavam imbricadas em sua forma de vida, isto é, a atuação como docente e como engenheira estava atravessada, cruzada, 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. "[...] 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). O enunciado é a unidade elementar do discurso. Não há uma separação entre as palavras, o discurso e o fazer; as primeiras não são mera representação dos objetos. É na concordância de que uma mesa é mesa, tem pernas e tampo, é de madeira ou de vidro, de centro ou de jantar que ela se constitui. Foucault não fecha questões, não as define ou finaliza com uma verdade universal; deixa em aberto para que o leitor componha com ele, pense e construa. Como revela a citação, "se trata de operar um descentramento que não permite privilégio a nenhum centro".

> [...] meu discurso, longe de determinar o lugar de onde fala, evita o solo em que se poderia apoiar. É um discurso sobre discursos, mas não pretende neles encontrar uma lei oculta, uma origem recoberta que só faltaria libertar; não pretende tampouco estabelecer, por si mesmo e a partir de si mesmo, a teoria geral da qual eles seriam modelos concretos. Trata-se de desenvolver uma dispersão que nunca se pode conduzir a um sistema único de diferenças, e que não se relaciona a eixos absolutos de referência; trata-se de operar um descentramento que não permite privilégio a nenhum centro (IBIDEM, p. 233).

Ao considerar o discurso dos engenheiros na perspectiva de Foucault (IBIDEM, p.135) pode-se chamar de "[...] discurso um conjunto de enunciados que se apoiem na mesma formação discursiva". Mas para que fazer tudo isso? Para mostrar verdades e crenças pessoais? Para provar que o sistema é falso? Não, apenas para definir um "campo de opções possíveis para reanimar os temas já existentes...permitir, com um jogo de conceitos determinados, jogar diferentes partidas" Foucault (1993, p. 45). Além disso, unir esforços a fim de levar a disciplina para quem de fato a exige.

Segundo os engenheiros, o intercâmbio dos saberes e a importância deste moveram a prática pedagógica, pois, a partir desse conhecimento, ele foi reforçado e considerado como reflexão, contribuição e enunciado. Para Foucault, é "uma função que cruza um domínio de estruturas e de unidades possíveis e que faz com que apareçam, com conteúdos concretos, no tempo e no espaço" (IBIDEM, p. 99), e o complemento formativo é um saber que se realiza no outro. O fato é comprovado no trecho da primeira entrevista realizada com o Engenheiro 03:

Engenheiro 03: Detalhar esse software é meio complicado em pouco tempo. O software que se utiliza dessas transformadas é o *Matlab*. Mas, o professor não quer o *Matlab*, ele quer que os alunos façam isso na mão primeiro para depois jogar no *Matlab* e ver se eles acertaram. Então, se utiliza o *Matlab*. Agora detalhar isso para você seria mais demorado.

Assim, a pesquisa considerou esses saberes como norteadores e geradores de sentido da ação do professor e da sua relação com a disciplina, como é possível verificar no depoimento do Engenheiro 03 na continuação da entrevista:

Engenheiro 03: 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 FAINOR. Atualmente a faculdade está me solicitado muitos softwares específicos, estes construir todos aqui na T.I. que é responsável por esta parte de tecnologias.

Portanto, a disciplina e os estudantes de Engenharia da Computação formaram um campo de relações, uma interação de jogos de linguagem e saberes, onde o Cálculo foi apresentado na linguagem da Matemática Acadêmica compondo, juntamente com os saberes próprios do Curso, um novo sentido para o Cálculo, que se traduziu em outra prática pedagógica. É de fato um compósito de facetas de saberes e práticas interligadas. Ambas se relacionam sem hierarquização, pois é nessa prática discursiva que o ensino de Matemática ganha materialidade. Essa tecelagem compete à pesquisadora e se situa numa dimensão mais humilde, porque ela significa o final de um ciclo e a anunciação de novos começos.

Concordo com o pensamento de Torreão (2012), expresso na citação abaixo, de que a educação, com seus velhos hábitos de impor sua gramática e seus modelos prontos, não compreende o movimento, o que é fundamental. Embora todo o esforço seja no sentido de mudança, devido à sua posição conservadora, cuja essência tem sido a transmissão das questões de uma geração para outra, poucos resultados têm sido obtidos. Em sua obra, "*Nas asas da borboleta: filosofia de Bergson e educação"*, a citada autora retrata a "Pedagogia da Duração", criada por ela própria, como exemplo dos ciclos dos saberes semelhantes às etapas das borboletas casulo, voos de flor em flor, processos de polinização, fecundação, trabalho das operárias para produção do mel.

> Os cursos, seus semestres, anos e conclusões são hábitos de converter tempo em espaço, são antes de tudo, marcos, posições espaciais, simples interrupções virtuais, mas educação é movente e não tem repouso, ela dura com a duração de cada um de nós. O aluno acaba o curso e seu trajeto passa, mas sua trajetória educativa; essa continua na duração de sua vida (IBDEM, p. 213).

Parece, então, que essa contínua duração à qual a autora se refere está presente no referencial teórico da Etnomatemática que, de acordo com Knijnik et al (2012, p.18), está interessada no exame das práticas fora da escola, ligada às racionalidades que regem a Matemática Escolar "com seus estreitos vínculos com a razão universal instaurada pelo iluminismo". Porém, esta pesquisa traz outras possibilidades para a Educação Matemática.

Nesse sentido, em consonância com a alusão feita por Foucault sobre a importância dos enunciados, observei e analisei pequenos relatos presentes nas entrevistas. Esses breves declives, de fundo raso da vida cotidiana das pessoas, de suas falas e tarefas humanas para sobreviver, amar e aprender, são de grande relevância. É no diminuto murmúrio que vozes consideradas sem importância e nunca antes ouvidas se deparam com conchas e pedras menores no quebra-cabeça da aprendizagem e do ensino de Matemática que têm assombrado as salas de Cálculo da FAINOR. Para Foucault, não há hierarquia nos enunciados de uma prática discursiva, pois um sempre se apoia no outro. Dessa forma, a minha voz de professora de Cálculo e a de cada um dos estudantes se entrelaçaram na construção dos sentidos.

> Não há enunciado que não suponha outros; não há nenhum que não tenha, em torno de si, um campo de coexistências, efeitos de série e de sucessão, uma distribuição de funções e de papéis. Se se pode falar de um enunciado, é na medida em que uma frase (uma proposição) figura em um ponto definido, com uma posição determinada, em um jogo enunciativo que a extrapola (FOUCAULT, 2002, p. 114).

Essas ideias de Foucault a respeito dos discursos implicam um encadeamento de enunciados, uns se apoiando nos outros, formando redes de sentidos. Esse pensamento me levou à análise de minha trajetória dentro do feixe de discursos que é a FAINOR, onde, há seis anos, leciono as disciplinas de Álgebra Linear, Geometria Analítica com Cálculo Vetorial, Cálculo Diferencial e Integral I, II e II em três cursos: Engenharia Elétrica, Engenharia da Computação e Engenharia de Produção. A Instituição foi fundada por um grupo de empreendedores da educação com o intuito de atender a uma clientela significativa que era obrigada a migrar à capital da Bahia para realizar seu Curso Superior. Situada em Vitória da Conquista, Interior da Bahia, credenciada pela Portaria do MEC, nº 1.393 de 04/07/2001, possuía 13 cursos e era constituída por cerca de 4300 alunos e 307 professores. Possuía um excelente prédio próprio com muitos andares e contava com laboratórios, biblioteca, quadra de esportes e cantinas.

O Curso de Engenharia Elétrica foi reconhecido pela portaria do MEC, nº 214, de 10/03/2008; o de Engenharia da Computação foi autorizado pela portaria do MEC, nº 1.400, em 04/07/2001 e reconhecido pela portaria MEC, nº 804, de 20/09/2007; já o de Engenharia de Produção, pela portaria MEC, nº 1.150, de 25/08/2010. É importante enfatizar que a FAINOR é bastante conceituada na cidade pelo rigor na seleção de professores e alunos. Com quinze anos de existência, tornou-se uma importante Instituição de Ensino Superior da Região Sudoeste da Bahia. Ela vinha implantando cursos de pós-graduação l*ato sensu* e *stricto sensu* em Metodologia e Gestão do Ensino Superior; Análises Clínicas e Toxicológicas; Fisioterapia Cardiorrespiratória com ênfase em UTI; MBA Gestão de Pessoas; Gestão de Organizações Aprendentes; Logística e gestão da Cadeia de Suprimentos. Ademais, estava em andamento a inserção do primeiro Curso de Pós-Graduação *stricto sensu* em nível de Mestrado em convênio com a Universidade Federal da Paraíba (UFPB): Gestão de Organizações e Pós-Graduação em Engenharias, Estética e Cosmética, Design de Moda e Redes de Telecomunicações.

Conforme sugestão da banca de minha qualificação, escolhi apenas um dos Cursos de Engenharia para desenvolver a prática pedagógica desta dissertação. A opção pela Engenharia da Computação se deveu pelo fato de, nas primeiras entrevistas, ter constatado que seus estudantes também eram docentes da FAINOR. Logo, possuíam as formas de vida profissional e acadêmica. Ademais, ela abrangia a Elétrica.

Logo, os objetivos que descrevo se referem apenas ao Curso de Engenharia da Computação que focam suas disciplinas básicas - Cálculo, Física, Química e Informática. A referida Engenharia é responsável pelo desenvolvimento do computador hardware periférico e sistemas computacionais. Além dessa formação básica, os graduados têm formação específica em Engenharia Eletrônica, com aplicações voltadas à área da informática, arquitetura de computadores, redes e transmissão de dados. O currículo apresenta as matérias básicas de Engenharia e outras específicas, como eletrônica, linguagens de programação, circuitos elétricos, circuitos lógicos, redes de computadores e banco de dados. No último ano, o aluno realiza um estágio supervisionado e tem a oportunidade de cursar disciplinas eletivas que orientam sua formação para uma área específica da profissão, como a criação de *softwares*, por exemplo. No projeto de conclusão de curso, ele desenvolve *hardwares* ou aplicativos para um sistema de computação.

As falas que emergiram das entrevistas permitem afirmar que numa mesma Engenharia da Computação existiam especificidades matemáticas com múltiplas regras, mas com semelhança entre elas, semelhanças de famílias, como afirmam Knijnik et al. Em vista disso, não é possível nos referirmos à “Matemática dos Engenheiros” no singular.

> A matemática Acadêmica, a Matemática Escolar, as Matemáticas Camponesas, as Matemáticas Indígenas, em suma, as Matemáticas geradas por grupos culturais específicos podem ser entendidas como conjuntos de jogos de linguagem engendrados em diferentes formas de vida, agregando critérios de racionalidade específicos. Porém, esses diferentes jogos não possuem uma essência invariável que os mantenham completamente incomunicáveis uns dos outros, nem uma propriedade comum a todos eles, mas algumas analogias ou parentescos – o que Wittgenstein (2004) denomina semelhanças de família (KNIJNIK et al., 2012, p.31).

Os alunos de Engenharia da Computação e as aulas de Cálculo, juntamente com a pesquisa, formaram uma prática discursiva que possibilitaram o desenvolvimento das práticas pedagógicas. A prática discursiva é uma ação, uma atividade providenciada pelo indivíduo e, portanto, objetiva, pois possui fim em si mesma. Assim, a teoria é um dos aspectos da prática, visto se tratar de uma sistematização e organização do pensamento de forma clara e distinta com o intuito de enunciá-lo a um público. Por conseguinte, é a prática que fornece a direção quanto às ações no mundo, enquanto a ciência apresenta o saber relativo às coisas que estão no mundo. Em suma, a articulação entre a prática e o saber é a própria investigação, caminho da trajetória metodológica.

As entrevistas, gravadas e, posteriormente, transcritas, envolveram um grupo de engenheiros. O material foi produzido por mim e pelos alunos e se constituiu de filmagens das aulas ministradas, entrevistas com os discentes e o meu diário de campo. Tudo foi analisado sob o aporte teórico da perspectiva de Michel Foucault.

Com base nos instrumentos de pesquisa, observei a ocorrência de alguma transformação na prática pedagógica e até mesmo nos conceitos estudados. Por não ser engenheira, não considerei, ao trabalhar os cálculos com os alunos engenheiros, que o nível de abstração dos matemáticos é totalmente dissociado da prática profissional. Embora sejam pré-requisitos, pertencem a um campo específico e genérico do professor licenciado em Matemática. Porém, cabe lembrar que a prática, sozinha, é insuficiente à aprendizagem do cálculo, o que torna a Matemática Acadêmica indispensável à formação de um Engenheiro da Computação.

Como exemplo, cito a conversa que mantive com o chefe de obras da construção de um telhado de uma casa. O diálogo me possibilitou a emergência de várias articulações com a minha pesquisa, que andava a passos lentos. Observei que ele calculava corretamente todo material que deveria comprar. A colocação seguia uma geometria complexa de quadrados entre peças, caibros e ripas, todos iguais, montados e justapostos harmonicamente. Ele subia ao telhado munido de uma caixa de ferramentas e acompanhado de quatro operários e um sobrinho aprendiz. Declarou que era preciso passar à nova geração o conhecimento prático do indivíduo. Havia divisão do trabalho, comandos e ainda cantarolavam e falavam sobre eles mesmos para animar e suportar o sol; precisavam destelhar e retelhar, pois, se acaso chovesse, molharia os móveis e as pessoas durante a noite. Para realizar a tarefa, começavam às sete horas e somente às dez da noite a acabavam. Foram três dias de trabalho. Para não ficar ao relento, primeiro derrubaram a parte da frente, em seguida, reconstruíram a do meio. Na citação abaixo, suas respostas aos meus questionamentos:

Pesquisadora: Como o senhor aprendeu seu ofício?

> **Chefe de obras:** Tenho apenas o curso primário, fui para São Paulo ainda menino com meu tio e então trabalhava ajudando e observando ele até que pude ser trabalhador na arte de construir residências.
>
> **Pesquisadora:** Como foi que aprendeu fazer os cálculos?
>
> **Chefe de obras:** No início, pedia ao engenheiro da obra. Eu media e ele fazia as contas e me dizia. Por exemplo; aqui foram 800 telhas para 4 metros de frente e 12 metros de fundo no total de 48 metros quadrados. Eu ia assuntando ele fazer e perguntava e copiava, fazia um livro de receitas para colocar tudo nas quatro operações e aí eu ia lembrando e imaginando, depois era no olho e no nariz para saber o ponto certo da massa. Assim, com a experiência fazia também por aproximação, antes era para mais, porém hoje já faço quase a quantidade certa.

Embora o chefe de obras soubesse a parte prática do cálculo do material, este era realizado anteriormente pelo engenheiro, bem como os intervalos entre as telhas. Ele apenas calculava a proporcionalidade entre as quantidades e a área total. Havia um Escritório de Engenharia responsável pelos cálculos. O mestre de obras era amigo do engenheiro, a quem consultava caso tivesse alguma dúvida. Após o trabalho, reuniam-se em um bar, local em que bebiam cerveja, torciam pelo time do Bahia e o engenheiro corrigia os erros dos cálculos como se fosse um professor. Perdas, sobras e faltas aconteciam devido às aproximações de cálculos sem precisão da Matemática Acadêmica; porém, em pequenas quantidades.

Vale ressaltar que, na presente pesquisa, considerei os jogos de linguagem e as linguagens – no plural - dos Engenheiros da Computação na variedade de seus usos. Segundo as autoras anteriormente citadas, pode-se vincular essa questão às discussões propostas pela Etnomatemática ao colocar sob suspeita a noção de uma linguagem matemática que seria aplicada a práticas produzidas por diferentes grupos, como o dos pedreiros. A aprendizagem profissional ocorreu pela cópia, imitação e “fazeres juntos”. O sotaque estava presente, pois as unidades de medidas tinham nomes diferentes: latas, carroças e metros de areia, batedor, pé direito e batente de porta, largura e espessura, confirmando, dessa forma, as diferentes enunciações e visões. “Quantas latas de areia compõem um metro ou meio metro que é igual a uma carroça”? Eles realizaram um cálculo usando uma matemática na forma de vida deles, isto é, uma Matemática não Acadêmica, talvez uma negociação aritmética, um acordo de medir, pesar e contar. Na citação abaixo, Knijnik et al comentam que os

> Intérpretes de Wittgenstein, como Condé (2004, 1998) e Moreno (2000), destacam que a noção de *uso* se torna central para a compreensão de linguagem desenvolvida na obra de maturidade do filósofo. Seguindo seus argumentos, diríamos que é o contexto que constitui a referência pra se entender a significação das linguagens (entre elas, as linguagens matemáticas) presentes nas atividades produzidas pelos diversos grupos culturais. No caso das linguagens matemáticas, poderíamos afirmar que a geração de seus significados é dada por seus diversos usos (KNIJNIK et al, 2012, p. 30).

Com isso, as autoras justificam a existência de diversas matemáticas geradas por diferentes formas de vida e trabalho. Este é o motor da pesquisa que liberou as amarras na navegação e uniu com muita dificuldade a professora de Matemática com a pesquisadora que me tornei, levando-me a entender o mecanismo aprendente /ensinante, que exige atenção tanto visual como auditiva, e a encontrar melhores respostas às dúvidas docentes que me atormentavam; dentre elas, como acompanhar um cálculo se não o fizermos?

A resposta surgiu da união entre teoria e prática e a da professora com a pesquisadora. D' Ambrósio (2002, p.27) argumenta que “a Etnomatemática é um programa de pesquisa em história e filosofia da matemática com óbvias implicações pedagógicas”. Seguindo os ensinamentos da Etnomatemática, nesta pesquisa, incluí as vivências, obstáculos, estudos, colaboradores, inclusive os que desligaram a luz na hora do repouso ou fizeram o almoço e limparam o chão.

Para que as entrevistas me possibilitassem chegar aos resultados a que me propunha, precisei de um esforço auditivo significativo, pois os detalhes não poderiam passar despercebidos; caso contrário, não submergiria na bacia semântica do objeto – os entrevistados. Em suas enunciações, encontrei o que procurava, ou seja, respostas aos meus questionamentos.

As entrevistas aconteceram em três momentos. O primeiro, em outubro de 2013, envolveu a escrita do projeto para a qualificação, a qual ocorreu em janeiro de 2014. Nessas entrevistas, conversei com 6 engenheiros - 2 da computação, 2 de produção e 2 da Elétrica -, momento em que pude inferir detalhes da prática laboral e a utilização dos conteúdos das disciplinas de Cálculo que esses profissionais aprenderam e sua aplicação prática. Enquanto eles trabalhavam, eu os questionava e fazia as anotações. Estas se referiam à forma como utilizavam o cálculo para a solução de problemas. O frente a frente com as primeiras questões básicas da investigação exigiu a organização dos conjuntos numerados que favoreceram a reformulação de minha pesquisa.

Para manter a coerência e seguir rigorosamente os planejamentos metodológicos, codifiquei apenas as entrevistas realizadas com os Engenheiros da Computação, seguindo esta ordem: Engenheira 01, Engenheiro 02 e Engenheiro 03. Cabe relembrar que se fez necessário dividi-las em três momentos, pois a aproximação dos jogos de linguagem desses profissionais engenheiros com os da Matemática Acadêmica exigia que elas fossem realizadas em situações e ambientes distintos, dependendo do papel dos entrevistados: professor ou engenheiro.

Para uma melhor identificação dos excertos das entrevistas cedidas pelos engenheiros, ao reescrevê-las, utilizei cores diferentes, agrupando-as conforme as suas semelhanças e diferenças. Ademais, transcrevi as partes que julguei mais importantes à pesquisa. Assim, segue a descrição das etapas decorrentes do primeiro conjunto das referidas entrevistas:

No primeiro encontro, visitei um Engenheiro de Produção de uma fábrica de tecidos, responsável pelo controle de estoque de logística, resíduo de tecidos e também pela identificação de problemas nos equipamentos e encaminhamento para o conserto. Ele me mostrou o procedimento completo utilizado pela Empresa na confecção de uma peça de roupa íntima com seus devidos cálculos, em cujo modelo não havia costuras. Para essa linha de produção, o setor utilizava um equipamento que fazia os cortes a lazer das laterais, as cavas, cujas sobras ou retalhos se denominavam resíduos. Um dos trabalhos dele era calculá-los no *software Maple*. Ele operou então o cálculo da quantidade de tecido em relação à das peças e resíduos; quanto ao das integrais e derivadas, não o efetuou manualmente, mas no *software*.

O segundo encontro ocorreu com um Engenheiro de Produção na Empresa [...]. Ele havia acabado de receber um gráfico para analisar um problema de ruptura de um tipo de metal SAE1045. Ao realizar o procedimento, utilizou o *software Maple,* por meio do qual calculou a área e detectou o local da ruptura do metal. Em seguida, identificou e aplicou o método apropriado à resolução do problema e analisou o resultado do gráfico como ferramenta investigativa. Solucionar problemas e saber entrelaçar métodos aprendidos na universidade são hábitos que aperfeiçoam o ato de calcular com objetividade. De acordo com o meu entrevistado, geralmente, o que se aprendia na disciplina Ciências e Tecnologias dos Materiais era complementado pelas análises de gráficos. Observei que, além de projetar, posteriormente ele usou o *software Excel* com planilhas de cálculo. Durante o processo, comentou que a Matemática (Cálculo) deveria envolver problemas do cotidiano da engenharia, já que, para solucioná-los, precisou interpretar, raciocinar, pensar, analisar e resolver questões relativas a essa disciplina. Tendo cursado o Ensino Médio na França e o Superior no Canadá, relatou que a metodologia deles era muito eficiente na prática do dia a dia, porque ela direcionava os alunos à solução de problemas reais e concretos, isto é, sem suposições ao ensinar como calcular.

A terceira entrevista realizei com uma Engenheira da Computação e também professora da FAINOR, o que me oportunizou a observar todos os procedimentos de sua prática laboral. Ela trabalhava numa Empresa de Engenharia, mais especificamente no Laboratório de Automação e Controle. Sua função estava ligada diretamente à parte de modelagem de sistemas robóticos. Para simular a criação de um robô, utilizou o *software Matlab*, sendo necessário o uso da tabela de integrais na criação de um novo modelo dinâmico para o cálculo da aceleração e velocidade, isto é, os fenômenos da natureza que atuavam nos modelos para uma simulação da vida real. A Física e o Cálculo foram trabalhados simultaneamente. Antes de inserir as funções e os valores da aceleração e velocidade, foi necessário, a priori, o cálculo de integrais e derivadas manualmente. Na simulação, ela utilizou o *Matlab/Simulink*.

No dia seguinte, o encontro foi com o Engenheiro da Computação e Professor da FAINOR da área da TI (Tecnologia da Informação). Ele gerenciava esse setor e trabalhava com projetos de estruturas de redes e comunicações. Nesse momento, explicou-me toda a divisão do setor: (a) desenvolvimento de *softwares*, (b) infraestruturas e manutenção de equipamentos e (c) gestão de serviços e sistemas. Além disso, mostrou-me alguns equipamentos *softwares* com os quais lidava frequentemente - *Matlab*, o *Geogebra* e o *Autocad* – e alguns desenvolvidos pela sua equipe que, dependendo da situação, escolhiam ou construíam o *software* adequado. No final, exibiu alguns cabos, fibras óticas, a parte de simulação e monitoramento. Com isso, observei e anotei que o cálculo estava presente na transmissão de sinais, tachas avançadas, avaliação de comunicação e construção de *softwares*.

Na semana seguinte, fui ao encontro do coordenador de Tecnologia da rede de televisão local de Vitória da Conquista, Engenheiro Elétrico e da Computação e também Professor da FAINOR dos Cursos de Engenharia. Na Empresa, era responsável pela manutenção e operação de todos os equipamentos destinados à captação, edição, exibição, transmissão e arquivamento do conteúdo televisivo e também pela construção dos projetos dos espaços das áreas de TV. Na época, estava sendo projetada a área de um novo espaço que, brevemente, seria construída, motivo pelo qual ele realizava os cálculos no *Software* AUTOCAD. Além disso, na construção de planilhas para cálculos de entradas e saídas de equipamentos, logística e planejamento, utilizava o Excel e a calculadora 50g e o *software Geogebra* para os gráficos.

É importante destacar que os engenheiros participavam de toda a elaboração, pois sabiam dimensionar as áreas adequadas, o que era realmente necessário em termos de espaços para a construção de uma ilha de edição e posicionamento dos equipamentos. Ademais, trabalhavam em conjunto com o arquiteto, pois enquanto este possuía a noção da funcionalidade predial, aqueles possuíam a noção da função operacional – realizada diariamente -, em que uma dessas operações era a verificação de erros quanto aos sinais de áudio e vídeo.

No final de nossa conversa, o entrevistado me conduziu a uma sala onde se encontravam alguns equipamentos e componentes elétricos, explicando-me que a corrente elétrica que passava por um capacitor produzia uma tensão equivalente a uma integral dessa corrente, e, no indutor, a tensão era a derivada desta. As suas declarações e exposições ratificaram a importância do conhecimento adquirido na Graduação sobre o cálculo e suas aplicações de integrais e derivadas para saber quais componentes utilizar, como e em quais situações aplicá-los.

A última entrevista envolveu o Engenheiro Eletricista da Empresa [...], encarregado dos projetos de instalações elétricas e suas execuções. Ao analisar o problema de mau funcionamento de um circuito retificador, explicou o significado de retificar – transformar corrente alternada em contínua. Ao verificar a tensão de saída do circuito, expôs alguns equipamentos que auxiliavam no seu trabalho, como osciloscópio e multímetro.

Ao atender um cliente que solicitara um projeto de instalação, abriu o *software Lumine* e iniciou a sua construção com explicações detalhadas. Nesse encontro, conversamos sobre Engenharia Elétrica, suas áreas e trabalho. Ele efetuou os cálculos de diversas maneiras e utilizou tabelas com valores provenientes de integrais. Nesse momento, surgiu a ideia da aplicação da prática pedagógica com os alunos da Elétrica e simulação de uma senóide num osciloscópio em algum circuito, mostrando o cálculo dessa área.

Nesse dia, durante o intervalo das aulas, conversei, na sala dos professores da FAINOR, com outro colega, Engenheiro de Produção, sobre projeto que ele estava desenvolvendo, cujo tema era a importância dos resíduos para a Engenharia de Produção, o que me propiciou o esclarecimento de algumas dúvidas.

> **Engenheiro**: Vamos pensar em sobras, excessos, falha designer, no projeto, na engenharia, nas limitações da tecnologia, na eficiência das máquinas, pessoas etc. Agora, vamos conversar saindo do paradigma do resíduo. O resíduo é uma sobra que pode voltar ao processo, pode ser (re)beneficiado, pode ser tratado e outra cadeia de suprimento etc. Como lhe disse professora Mariana, os seus alunos precisam conhecer sobre a indústria têxtil, a indústria da moda, ou as tendências da moda do produto específico que você quer modelar. Vamos pensar que o aprendizado da cadeia de suprimento é a primeira parte da festa sobre o que pode ser possível fazer com as sobras. Somente num segundo momento a gente pensa nas possibilidades de reuso, reutilização, reaproveitamento. Dessa maneira, o cálculo será orientado pela moda e pelo contexto social (categorias sociais), ou para ser mais claro, se existe viabilidade técnica e econômica para aquele produto.

Com a função de pesquisadora, o cotidiano acadêmico se tornou estafante para mim. Após a escolha pelo curso de Engenharia da Computação para desenvolver a prática pedagógica, realizei novas entrevistas em maio de 2014 - pertencentes ao segundo conjunto - com os três Engenheiros da Computação com quem eu já havia dialogado.

Nessa época, a Engenheira 01 também trabalhava como pesquisadora em um projeto da Petrobrás conveniado com a UFBA que visava diminuir custos de manutenção e aumento da vida útil dos equipamentos já utilizados nos poços de petróleo. Seu objetivo era tornar menor o ruído das máquinas e, com isso, equilibrar a força do motor elétrico. Ainda, nesse encontro, mostrou-me seu software específico e propôs que devolvêssemos minha prática pedagógica em conjunto, unindo nossas turmas. E foi assim que surgiram as primeiras ideias das atividades das quais ela participaria.

A terceira parte das entrevistas foi realizada no mês de agosto e visava sistematizar e desenvolver as atividades da prática pedagógica. Nesse processo, ocorreu a reformulação da teoria para a prática – um trânsito de mão dupla, com idas e vindas ao mesmo percurso várias vezes. Os engenheiros selecionados foram excelentes colaboradores, demonstrando interesse pela prática pedagógica, já que todos eles também eram Professores da FAINOR.

Nesse dia, a Engenheira 01 estava desenvolvendo uma atividade com o software *Matlab* para um cliente, fato que me possibilitou acompanhar atentamente boa parte desse trabalho. Percebi que ela lançava números e comandos nesse *software*, o qual listava os cálculos realizados com uma solução. Durante todo o processo, não realizou nenhum cálculo manualmente. Além disso, declarou que, para ter uma compreensão básica nessa área, era necessário que o aluno tivesse cursado pelo menos a disciplina de circuitos digitais.

Observei que, no cotidiano, esse profissional não “calculava” problemas, mas utilizava *softwares* para solucioná-los. Logo, para analisá-los, identificá-los e chegar aos resultados, havia a necessidade de um conhecimento prévio de Matemática Acadêmica e, a partir disso, resolvê-los manualmente ou com o auxílio de algum programa tecnológico já existente ou a ser desenvolvido.

Em seu relato, a Engenheira 01 acrescentou que o software utilizado com maior frequência por ela e pela Empresa era o *Matlab*.

Engenheira 01: A maioria dos engenheiros usa o *Matlab* para facilitar os cálculos. E também por ganhar tempo com este software. O *Matlab* é muito usado porque ele engloba diversas áreas da engenharia, ele trabalha com cálculo, estatística, além de possibilitar simulação de um sistema. 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 o *Matlab*.

Nessa última etapa de entrevistas, conversei novamente com o Engenheiro

02. Na FAINOR, havia uma divisão dos Engenheiros da Computação dentro da TI. Eles desenvolviam *softwares* para cada atividade específica exigida pela Faculdade, como por exemplo, banco de dados para notas dos alunos, salários de funcionários, entre outros. Nesse encontro, o entrevistado realizou uma prática que me proporcionou uma melhor compreensão de sua demonstração. Além disso, dialogamos bastante sobre a funcionalidade dos *softwares* utilizados na engenharia, momento em que ele relacionou o cálculo com sua prática laboral.

De acordo com o Engenheiro 2, “O mundo é analógico. Olhe, é um sinal de voz que será convertido em tensão ou corrente”. Explicou que essa afirmação se baseava no fato de que todas as coisas se sucedem num decorrer contínuo do tempo. Acrescentou que,

Engenheiro 02: Sendo assim, as quantidades analógicas podem assumir valores diversos no decorrer do tempo. Como exemplo, vou demonstrar que se pode citar o fluxo de corrente dentro de um circuito elétrico, a variação da temperatura ambiente e até mesmo o velocímetro de um carro. Acho que no futuro perderemos a fala que será substituída por sinais digitais, o “*whatsapp*” já é uma forma de conversa sem fala. Do mesmo jeito que perdemos a cauda quando éramos macacos no passado, iremos perder no futuro a fala, evidentemente que serão necessárias algumas eras para tal mudança na espécie.

Partindo da premissa de que o mundo é analógico e deve ser transformado em digital, os profissionais da TI da FAINOR enfrentavam o seguinte embate: a análise de dados em forma analógica gera alguns problemas, dentre os quais se destaca a quantidade de dados a serem analisados. Segundo o Engenheiro 02,

Engenheiro 02: Posto que a informação seja contínua ao longo do tempo, os dados também seriam contínuos e existiria dado para qualquer intervalo de tempo, gerando a necessidade de grande quantidade de memória para armazenar toda a informação. Entretanto, várias situações podem ser resolvidas sem a necessidade da utilização de toda a informação gerada ao longo do tempo. Um exemplo disso é a criação de filmes. Para que se tenha a sensação de “animação” não é necessário que toda a informação seja apresentada. Através da discretização da informação é possível utilizar dados suficientes para que o cérebro tenha a ilusão de continuidade. Dessa forma, o truque está em utilizar a quantidade ideal de imagens paradas que serão exibidas no intervalo de tempo de um segundo, o que fará com que o cérebro tenha a impressão de um objeto “animado”. A essa tecnologia dá-se o nome de Frames por segundo. Discretizando-se um sinal digital é possível desprezar uma boa quantidade de informação sem que haja perda de fidelidade da informação a ser “exibida”.

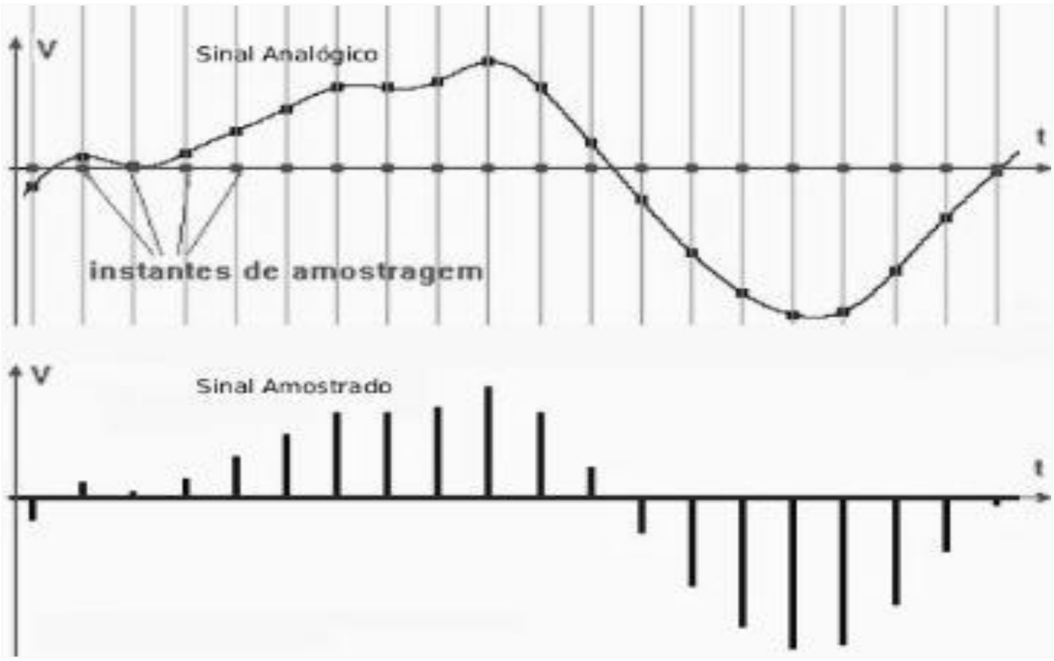
Ao analisar a quantidade de informações a serem analisadas, citou o exemplo de digitalização do som:

Engenheiro 02: Ele “entra” no computador de forma contínua, passa por digitalização e, apesar disso, o ouvido humano não consegue diferenciar os sons antes e depois da digitalização. O processo de discretização utiliza a Transformada Discreta de Fourier para que se possa sair do domínio do tempo para o domínio da frequência, na análise de um sinal contínuo no tempo.

Em seguida, ele construiu um programa-exemplo para demonstrar uma prática que aplicava em seu cotidiano de engenheiro. Para isso, utilizou uma IDE (*Integrated Development Environment*), um ambiente integrado de desenvolvimento de *software* para a construção em linguagem de programação C++ das fórmulas usando integrais. A IDE empregada foi a *Code Blocks*, *software* utilizado essencialmente na docência.

Engenheiro 02: Dessa forma, o truque é a utilização da quantidade ideal de imagens paradas, pois elas serão exibidas no intervalo de tempo de um segundo, o que fará com que o cérebro tenha a impressão de um objeto “animado”. A essa tecnologia dá-se o nome de Frames por segundo. Abaixo, a Figura 1 auxilia na compreensão dos exemplos supracitados

Figura 1 – Gráfico do sinal digital discreto



Fonte: Da autora (2014).

Engenheiro 02: Discretizando-se um sinal digital é possível desprezar uma boa quantidade de informação sem que haja perda de fidelidade da informação a ser "exibida". Como no exemplo da digitalização do som, ou seja, ele "entra" no computador de forma contínua, passa por digitalização e, apesar disso, o ouvido humano não consegue diferenciar os sons antes e depois da digitalização. O processo de discretização utiliza a Transformada Discreta de Fourier para que se possa sair do domínio do tempo para o domínio da frequência, na análise de um sinal contínuo no tempo. Tenho aqui uma apostila que dou em sala de aula para meus alunos. Sempre tenho essa apostila comigo, pois me facilita a lembrar as fórmulas aqui no meu trabalho de engenheiro.

Na citação acima, o engenheiro relata como a função de docente auxiliava na sua prática laboral. A seguir, a apostila que ele me disponibilizou para a demonstração das fórmulas utilizada em sua sala de aula.

Figura 2 – Fórmulas Transformada Contínua e Discreta

Transformada Contínua (Sinal contínuo no tempo):

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t) e^{-j2\pi f t} dt \; (1)$$

Transformada Discreta (Sinal no tempo discreto):

$$x(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) e^{-j2\pi nm/N} \; (2)$$

Onde:
m – Índice (Partes) em frequência
n– Sequência de amostras
N – Responsável por definir pontos em frequência (m), como, também, amostras no tempo (r)

Euler:

$$e^{-j} = cos(\emptyset) - jsen(\emptyset)(3)$$

Sendo cos(∅) a parte real, e –jsen(∅) a imagem.

$$x(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n) \left[cos\left(\frac{2\pi nm}{N}\right) - jsen\left(\frac{2\pi nm}{N}\right)\right] \; (4)$$

$$x(t) = sen(2\pi * 1000 * t) + 0{,}5sen\left(2\pi * 2000 * t + \frac{3\pi}{4}\right) \; (5)$$

$$x(n) = x(xts) = sen(2\pi * 1000 * nts) + 0{,}5sen\left(2\pi * 2000 * nts + \frac{3\pi}{4}\right) \quad (6)$$

Fonte: Da autora (2014).

Em seguida, ele resolveu, manualmente, numa folha de papel, a resolução do exemplo anterior.

Engenheiro 02: Vou resolver e te explicar o exemplo. Bom, é realizada a soma de dois senos. Considerando-se os sinais como provenientes do ambiente natural. Assim substituindo na fórmula anterior, temos:

Figura 3 – Exemplo e explicação manualmente do sinal

Exemplo: é possível determinar os pontos do sinal sendo N=8, e a frequência variando entre 0Hz e7Hz, com 8000amostras e aplicando-se a seguinte fórmula:

$$x(n) = x(xts) = sen(2\pi * 1000 * nts) + 0{,}5sen\left(2\pi * 2000 * nts + \frac{3\pi}{4}\right)$$

x(0) =$sen(2\pi * 1000 * 0 * 1/8000) + 0{,}5sen\left(2\pi * 2000 * 0 * 1/8000 + \frac{3\pi}{4}\right)$

x(0) =$sen(0) + 0{,}5sen\left(\frac{3\pi}{4}\right)$

x(0) = 0,3535

Engenheiro 02: Substituindo em n até achar todos os pontos entre x(n), variando de 0 a 7. Para adiantar o processo, abaixo estão os valores de todos os pontos, lembrando que a calculadora deve estar configurada em Radianos.

x(0)=0,3535
x(1)=0,3535
x(2)=0,6464
x(3)=1,0607
x(4)=0,3535
x(5)=-1,0607
x(6)=-1,3535
x(7) = -0,3535

Engenheiro 02: Estes são os pontos do sinal Analógico, do Sinal Contínuo no Tempo. Depois de tê-los determinado, é necessário discretizar o sinal, transformá-lo de Analógico para Digital, para isso é necessário aplicar cada ponto nesta fórmula:

$$x(m) = \sum_{n=0}^{N-1} x(n)\left[cos\left(\frac{2\pi nm}{N}\right) - jsen\left(\frac{2\pi nm}{N}\right)\right] \quad (7)$$

Fonte: Da autora (2014).

Figura 4 – Processo resumido

$$x(m) = x(0) = 0{,}3535\left[cos\left(\frac{2\pi * 0 * 0}{8}\right) - jsen\left(\frac{2\pi * 0 * 0}{8}\right)\right]$$
$$+ 0{,}3535\left[cos\left(\frac{2\pi * 1 * 0}{8}\right) - jsen\left(\frac{2\pi * 1 * 0}{8}\right)\right] + \cdots$$
$$+ 0{,}3535\left[cos\left(\frac{2\pi * 8000 * 0}{8}\right) - jsen\left(\frac{2\pi * 8000 * 0}{8}\right)\right]$$

Engenheiro 02: Calcula-se o valor para *m* = 1 e assim sucessivamente:

$$+ \cdots + 0{,}3535\left[cos\left(\frac{2\pi * 8000 * 1}{8}\right) - jsen\left(\frac{2\pi * 8000 * 1}{8}\right)\right]$$

Fonte: Da autora (2014).

A explicação esclareceu como o processo manual era trabalhoso e longo embora envolvesse um pequeno número de amostras. Mesmo havendo a possibilidade de desenvolvê-lo com o auxílio de uma calculadora, nesse caso, fez-se necessário considerar os erros gerados por aproximações e a inviabilidade de se concretizar o processo com um número relativamente grande de amostras. Por exemplo, seria inviável efetuar tais contas para um número de amostras igual a dois milhões. Para solucionar situações como essa, era imprescindível unir o Cálculo com a Computação. Assim, obtive as primeiras premissas da concepção de algumas atividades da prática pedagógica. Em vista disso, foi possível associar a disciplina de Cálculo II com as de Linguagem de programação I e Análise de Sinais e Robótica.

O engenheiro afirmou também que já haviam sido realizados experimentos, em que, por meio da análise das frequências emitidas por um motor trifásico, foi possível a determinação de seu estado físico e, com isso, prever quando o motor entraria em colapso. Assim, com apenas algumas linhas de código, o problema de calcular com grandes quantidades de amostras foi resolvido. Deve-se considerar que outras linguagens de programação, como por exemplo Java, poderiam ser utilizadas na implementação do mesmo programa. Entretanto, a C++ foi escolhida pelo Engenheiro 02 por ser ensinada aos alunos do Curso de Engenharia de Computação na FAINOR.

Ele ainda ressaltou a necessidade de se investir no conhecimento de programação, uma vez que não há somente uma maneira de se implementar o mesmo programa e que, para isso, precisa-se criar *softwares*. Acrescentou que seria extremamente importante que os professores de determinadas disciplinas conseguissem trabalhar em conjunto. Cabe lembrar que os conteúdos de disciplinas diferentes que se cruzaram foram utilizados em sua exemplificação.

Na visão dele, as aulas de Cálculo deveriam ser iniciadas com a explicação de um assunto ou bate-papo para que os novos membros da turma se conhecessem. Posto isto, sugeriu que seu estudo fosse introduzido embasado em uma estratégia que levasse o aluno a se livrar de sua mistificação. Assim, os professores salientariam a importância do Cálculo, citariam algumas das várias áreas em que ele é aplicado de forma direta ou indireta, além de exemplificar personalidades que se destacaram profissionalmente com a sua utilização. Por fim, propôs que os discentes discutissem os temas englobados e os analisassem em conjunto com a realidade do Curso de Graduação no qual estivessem inseridos.

Para o caso específico da computação, o professor de Cálculo deveria, juntamente com o de Programação, analisar a possibilidade de programar uma aula na qual algumas equações fossem escritas em códigos, e os alunos pudessem, assim, entendê-lo por “indireção”, ou seja, valendo-se da curiosidade para aprender a programar. O docente poderia, ainda, inserir alguns conteúdos e desafiar o estudante a implementar, em uma dada linguagem, uma certa equação. Dessa forma, ele aprenderia não somente o conteúdo, mas aperfeiçoaria seus conhecimentos em Programação.

A última entrevista realizada foi com o Engenheiro 03, que estava analisando um problema de “zumbido” na filmagem de um evento e, para isso, utilizou um *software* específico para solucionar o problema. Em razão das normas da Empresa onde ele trabalhava, ficou impedido de me fornecer o nome desse *software*. Ao demonstrar o problema de “zumbido”, relatou o seguinte:

Engenheiro 03: 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 irá calcular e achar esse erro. Usaremos o conhecimento sem estar calculando. Por isso, a grande importância de cursar uma faculdade para obtenção de conhecimentos. São necessárias algumas habilidades para se formar um engenheiro como: disciplina, método, organização, espírito investigador para análise e resolução de problemas de engenharias, gostar de estudar e aperfeiçoar sempre que for exigido. Além disso, ter um bom conhecimento vindo da universidade. Acho mais importante ter a diversidade de assuntos no curso de engenharia do que o aprofundamento em si, por exemplo, em cálculo não há necessidade de aprofundar um estudo com integrais hiperbólicas trigonométricas. É mais proveitoso ensinar em Cálculo a maior quantidade possível de assuntos de integrais, sem aprofundar em um determinado conteúdo.

Nas duas entrevistas anteriores, observei que, no desenvolvimento da prática, os Engenheiros da Computação utilizavam *softwares* sem a realização de cálculos manuais, o que me levou a questionar meu entrevistado, que declarou:

Engenheiro 03: Sim, isto é verdade. A 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 eletricista. Não existe engenharia da computação sem software. É igual paciente sem médico. Os softwares criam uma interface do computador com o usuário. Sem o software a máquina é simplesmente um conjunto de peças sem função alguma.

Assim, em julho de 2014, ao voltar a Lajeado a fim de submeter minha pesquisa, que estava em andamento, à apreciação da orientadora, esse fato foi amplamente discutido. Diante disso, ficou decidida a realização de novas entrevistas com os engenheiros com o objetivo de colher mais informações sobre suas práticas laborais, visando às atividades da prática pedagógica. Cabe destacar que eles se dispuseram a concedê-las prazerosamente, pois conheciam e compreendiam as etapas que faziam parte de minha dissertação.

É importante relembrar que o objetivo geral deste estudo era verificar algumas possibilidades da prática pedagógica para o ensino do Cálculo e não comportava, portanto, averiguar como os Engenheiros da Computação trabalhavam e realizavam seus cálculos. Por isso, somente após a realização da referida prática passei a estabelecer os nexos lógicos e antropológicos – culturais e sociais – chamados, a partir de agora, de apenas “nexos”.

Com base nas entrevistas realizadas com os Engenheiros da Computação, o primeiro nexo 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 precisei 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. Cabe destacar que, para viabilizar a prática pedagógica – fundamental ao meu estudo - fiz uso de argumentos convincentes.

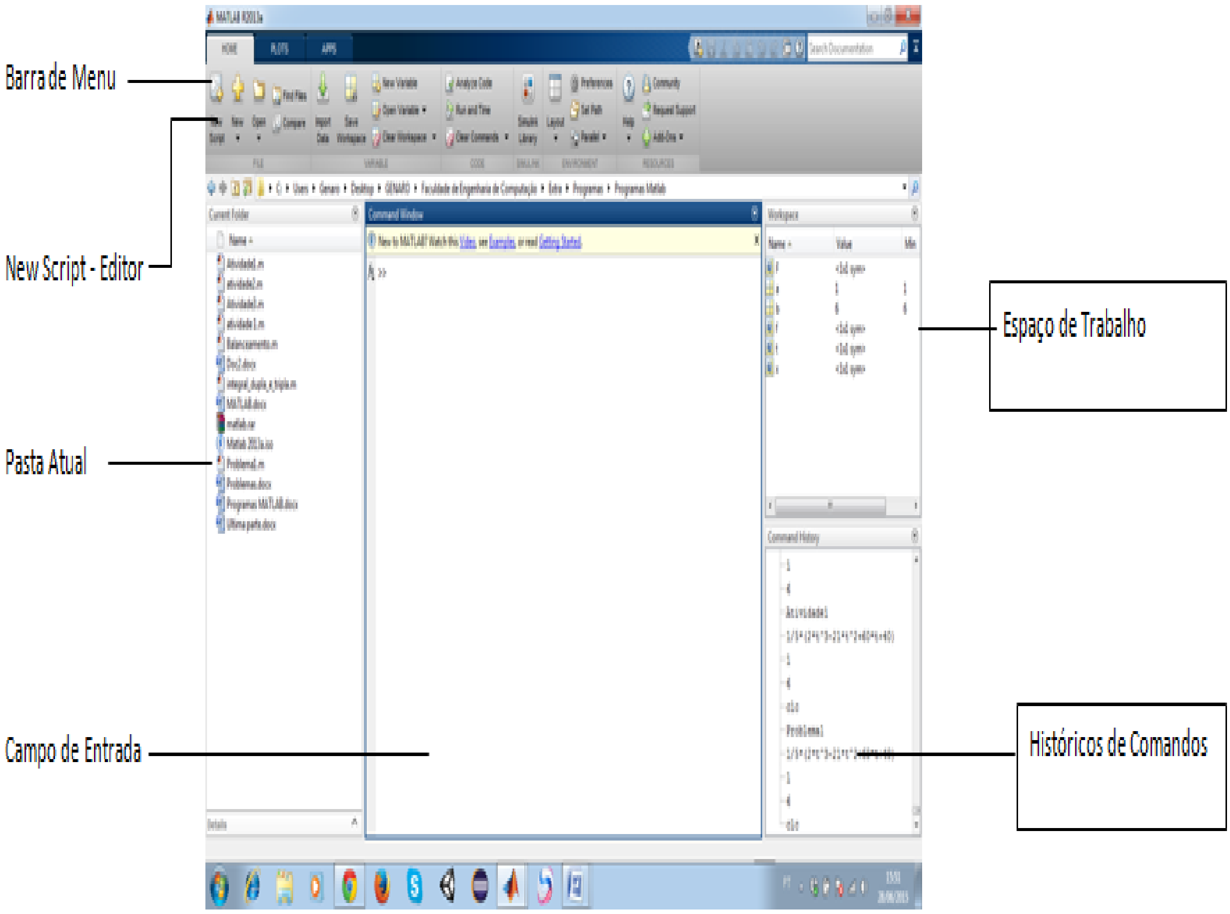
A verdade é que os Engenheiros da Computação, em suas funções, dispunham da presença das tecnologias, sempre com o auxílio de algum *software*, não havendo, portanto, a necessidade de efetuarem os cálculos pelas regras e métodos de integração ou de derivação manual. Ademais, toda a prática desses profissionais envolvia a Matemática, específica, por meio da qual 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 em 2014. Para a realização da prática pedagógica, foram utilizados *softwares* como ferramenta computacional, a primeira descoberta nesta navegação; aliás, um novo mundo para o ensino de Cálculo no Curso de Engenharia na FAINOR. A escolha dos *softwares* se deveu à constatação de sua vasta utilização pelos citados profissionais; entre eles, o *Matlab.* Conforme Matsumoto (2008, p.25),

> Pode ser definido como um software cujo elemento básico de trabalho são matrizes (o nome *MATLAB* vem do inglês '*MATrix LABoratory*'), no qual problemas podem ser facilmente expressos em notação matemática e rapidamente solucionados por meio de cálculos computacionais eficientes e confiáveis. Aplicações típicas desse software incluem: - matemática e computação; desenvolvimento de algoritmos; aquisição e análise de dados; visualização de resultados; modelamento, simulação e prototipação; desenvolvimento de aplicativos.

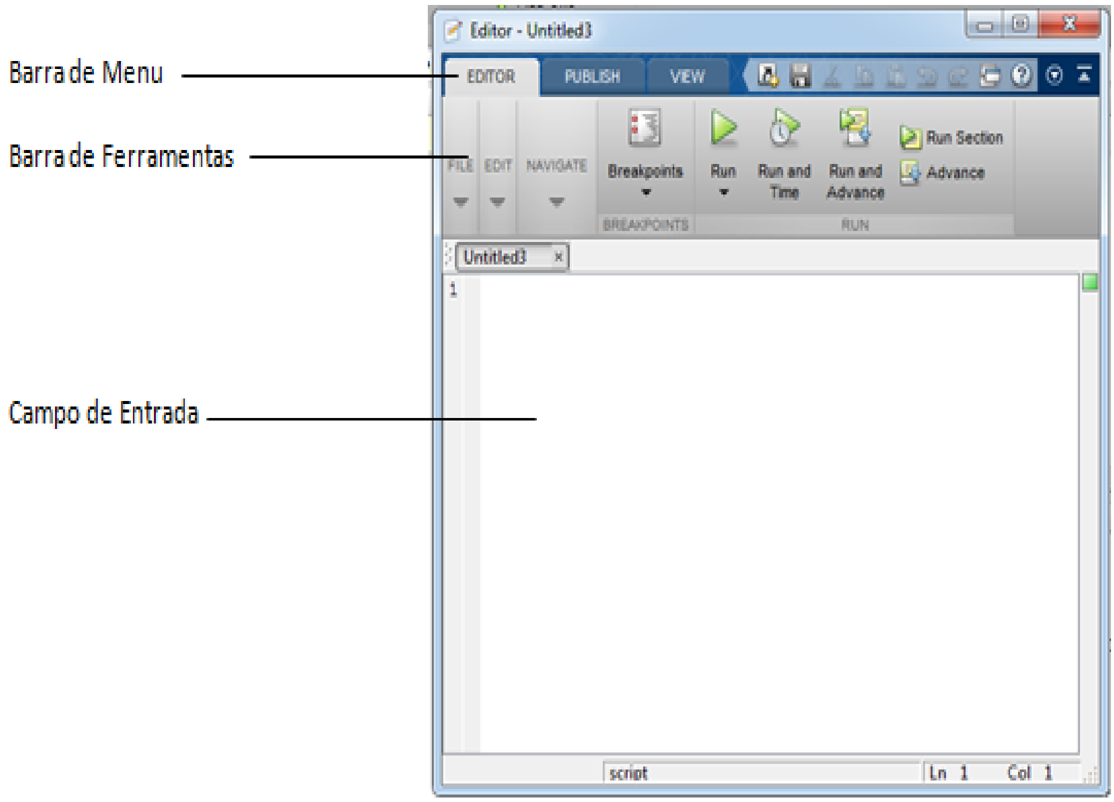
O *Matlab* possui cinco partes: a) ambiente de desenvolvimento: ambiente de interação; b) biblioteca de funções matemáticas: constituído por funções; c) linguagem de programação: nível elevado; d) recursos gráficos; e) aplicação do programa interface: integraliza com funções em Fortran e C. Para a construção de umas das atividades, construí uma modelagem no *Matlab,* visando a uma futura simulação do mesmo objeto modelado (matlab/simulink). Segundo Libarino (2012, p.13), Um modelo matemático é uma ferramenta importante quando disponível para um projetista. Ele pode ser usado para estabelecer algoritmos de controle e prever o comportamento do sistema em vários ambientes em que pode operar. O processo de desenvolvimento de um modelo (modelagem) deve começar na concepção do sistema. Além do mais, com os resultados obtidos das simulações, ajustes podem ser feitos ainda em tempo de projeto.

Figura 5 – Interface *Matlab*



Fonte: Da autora (2014).

Figura 6 – Editor *Matlab*



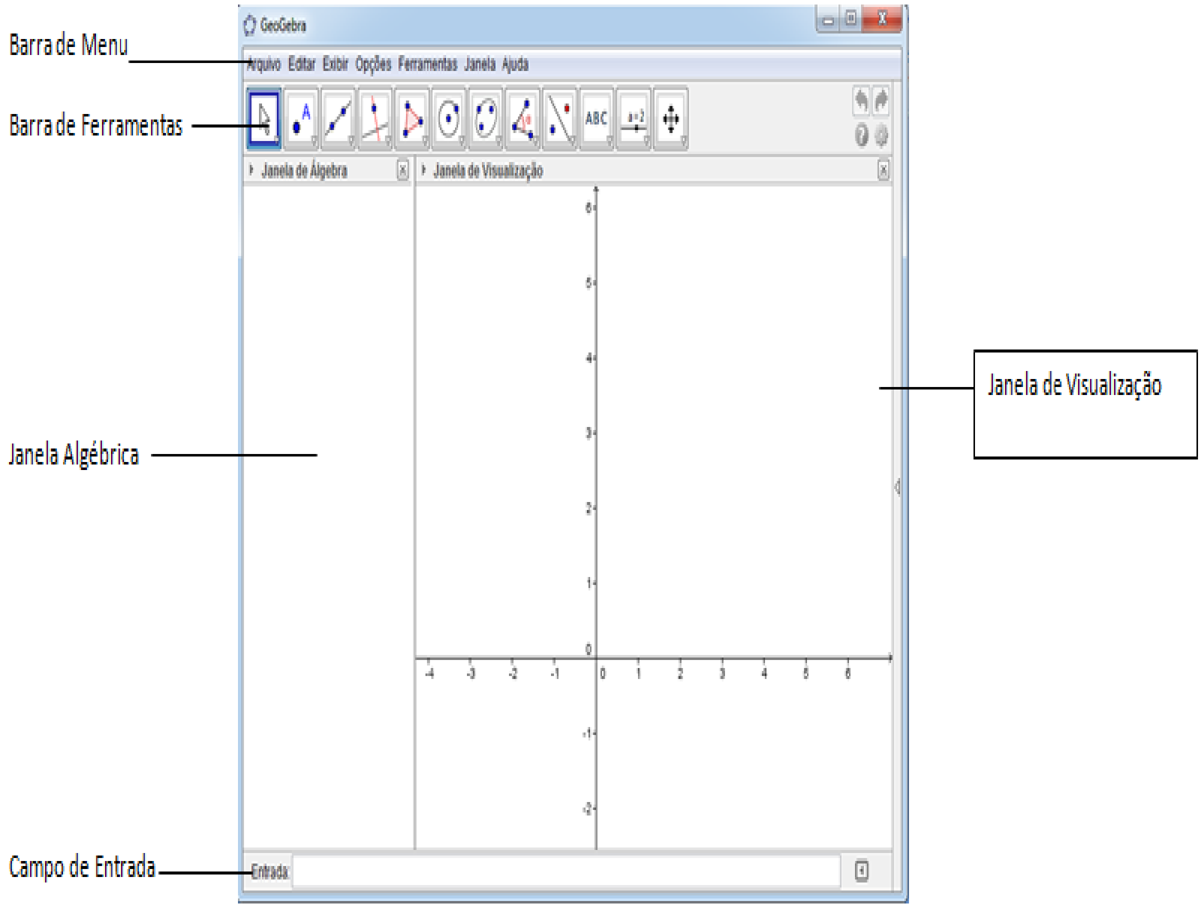
Fonte: Da autora (2014).

Para os estudos da Etnomatemática, é importante conhecer as matemáticas gestadas nas mais diversas culturas, e minha intenção foi proporcionar aos alunos o acesso às regras e à gramática da Matemática utilizada pelos engenheiros. No semestre de 2014.1, fiz uma pesquisa prévia com os discentes e constatei que alguns já possuíam o *software Matlab* instalado em seus *notebooks* e que não era gratuito. Porém havia uma versão gratuita num período de 30 dias. Solicitei que levassem seus *notebooks* à sala de aula no dia de aplicação das atividades, momento em que utilizaram as tecnologias.

Outro software que utilizei foi o *Geogebra,* criado por Markus Hohenwarter. Era uma ferramenta gratuita de matemática dinâmica, desenvolvida para o ensino e aprendizagem dessa disciplina da Educação Básica ao Curso Superior. Ele possuía várias utilidades em geometria, álgebra, tabelas, gráficos, probabilidade, estatística e cálculos simbólicos em um único ambiente. Não só detinha ferramentas tradicionais de um *software* de geometria dinâmica - pontos, segmentos, retas e seções cônicas, mas as equações e coordenadas, que podiam ser inseridas diretamente. Por ser muito didático, apresentava, ao mesmo tempo, duas formas diferentes de um mesmo objeto que interagiam entre si: uma forma geométrica e uma algébrica. Encontrava-se em JAVA e estava disponível em português, o que facilitava bastante, além de ser multiplata forma, tornando propícia sua instalação em computadores com Windows, Linux ou Mac OS. Na página WEB do Instituto *GeoGebra,* no Rio de Janeiro, (http://www.geogebra.im-uff.mat.br/) aparecia dividido em: apresentação, como instalar, vídeos tutoriais e biblioteca.

A interface do *Geogebra* era composta basicamente pela Barra de Menu, Barra de Ferramentas, Janela Algébrica e Janela de Visualização. A explicação da função de cada uma delas aparece no decorrer desta produção. A Barra de ferramentas se dividia em 11 opções de janelas. Cada uma destas possuía várias ferramentas, como pode ser observado na figura abaixo.

Figura 7 – Interface *Geogebra*



Fonte: Da autora (2014).

A pesquisa envolve o caminhar no desconhecido e, de certa forma, a invenção de estradas. Esse pensamento leva à reflexão do papel do estudo, da pesquisa, no sentido de buscar o eu, o outro e a relação de poder.

Em Foucault, é ressaltada a importância do discurso do outro e, principalmente, daqueles que têm sido silenciados numa relação histórica de poder, e, na Educação Matemática, os engenheiros não tinham voz. Na época de minha qualificação, tornou-se evidente que eu deveria aprofundar a pesquisa, tomando por base a análise de discurso do citado filósofo, o que me levou, nessa fase, a estudar o material discursivo coletado conforme sua recomendação.

Ainda na perspectiva dessa viagem em águas rasas, onde o perigo era constante, a navegação foi lenta, o desânimo e a angústia faziam parte do meu cotidiano. A espera era sempre monótona; a vontade e o desejo de chegar eram contrariados; as mudanças de vento e os desvios complicados exigiam paciência e perseverança. As promessas de ver o almejado farol alcançar o porto esperado foi o tormento maior junto à pressa de voltar para casa e repousar da jornada após ter visto nascer as conquistas e conhecimentos adquiridos.

O Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Univates e as instruções da orientação garantiram a continuidade e a qualidade desta dissertação, aliadas às exigências de prazos e pressões sufocantes. Assim, construíram-se os fazeres, dizeres e saberes e multiplicaram-se os tempos. As realidades, incluindo as virtuais, eram momentos históricos plenos de possibilidades. Este capítulo foi, muitas vezes, desfeito e refeito. O mapa foi a filosofia de Foucault, interpretada pela Etnomatemática de D'Ambrósio, pesquisada nos trabalhos de Knjnik et al, autoras que costumam analisar o material das entrevistas para construírem a metodologia de suas obras.

Foucault trata o discurso em sua forma material, entrelaçando a experiência e os exemplos coletados em entrevistas, analisando as semelhanças e diferenças. Giongo e Knijnik, em sua obra sobre a Etnomatemática, afirmam "que a busca pela harmonia e sintonia com a realidade é traduzida, entre outras formas, pela necessidade de estabelecer ligações entre a Matemática escolar e a vida real". Com isso, nas palavras dos meus entrevistados, encontrei os nexos, ou seja, o jogo de linguagem que eles estabeleciam em suas formas de vida profissional encarnadas em suas pessoas, como experiência na construção de relações com a tecnologia e o objetivo do ensino, isto é, da prática pedagógica do Cálculo para engenheiros. Portanto, as forças significativas dos seus pronunciamentos me auxiliaram na localização das conexões e desconexões com os enunciados habituais do campo de trabalho quando eles utilizavam o Cálculo.

Conforme Foucault, “[...] É esse “mais’ que é preciso fazer aparecer e que é preciso descrever” (FOUCAULT, 2002, p.56), acrescentando “[...] não mais tratar os discursos como conjunto de signos (elementos significantes que remetem a conteúdos ou a representações), mas como práticas que formam sistematicamente os objetos de que falam”. Assim, reescrevi as entrevistas dos Engenheiros da Computação conforme sua pertinência com a temática desta pesquisa, sintetizando o que foi construído em prol de uma educação comprometida com as novas gerações, livre de ranços e preconceitos entre os ditos dos que supostamente sabem e os inteligentes anteriormente esquecidos. Sem essa direção, seria impossível nortear a Educação Matemática para esteiras democráticas necessárias e urgentes ao nosso país, cujos caminhos têm sido marcados pelos imprevistos.

As relações de poder são estabelecidas pelo enunciado, pois é este que as localiza quando pretendemos saber quem fala, de onde fala e o interesse que se revela nessa fala com a busca do enunciado. Muitos interesses se apresentam num discurso, tentando passar despercebidos. Isso me remeteu ao fato de que o enunciado dos engenheiros sobre o cálculo deu forma ao conteúdo e arrastou os signos matemáticos para um determinado tempo, espaço e cultura, concedendo-lhes uma etnia no sentido proposto por D’Ambrósio: uma determinada cultura, uma profissão e uma forma de vida.

A concretude e a forma como os Engenheiros da Computação trabalhavam os signos e símbolos usados no Cálculo me impeliram a dedicar especial atenção aos seus enunciados. De fato, eles calculam coisas, casas, peças, produções; já nós, professores, ensinamos e “alfabetizamos” o aluno; portanto, não temos tido vinculação com a sua prática profissional. Dessa forma, acredito na relevância das práticas de desenvolvi junto aos estudantes, momentos que considero terem sido os mais difíceis pelos quais passei durante a investigação. A mistura de fazeres requer atenções múltiplas e variadas, pois é como se fosse uma virose que contamina todos os ambientes acadêmicos, familiares e sociais. Por que ouvir Engenheiros da Computação sobre um assunto matemático e uma disciplina de Matemática? O que eles sabem sobre ensino de Matemática? Como utilizam seus conhecimentos e o que aprenderam na faculdade no tempo de estudantes e como constroem? Como eles trabalham a Matemática na sua prática laboral? Essas questões foram coletadas, refletidas, trabalhadas e analisadas. Algumas sofreram modificações, como no caso da primeira, que se transformou em um fazer anexado à pesquisa.

A seguir, descrevo mais detalhadamente todas as atividades desenvolvidas em sala de aula e o uso de *software* como possibilidade de mudança na prática pedagógica do ensino de Matemática para os engenheiros, constituindo-se na parte final da pesquisa. Foi uma jornada de desafios, onde muitos sofreram comigo, mas com disciplina e perseverança conseguimos vencê-los. As entrevistas reforçam a ideia de que as práticas dos engenheiros auxiliaram na atividade de pesquisa, conforme enunciação da Engenheira 01:

> **Engenheira 01:** Assim, quando vim trabalhar na FAINOR como professora eu já trabalhava como engenheira e não me lembrava mais dessa parte de transformada e tive que estudar tudo de novo para trabalhar com esta parte de projetos, trabalhar com a parte dos softwares, a parte de automação. Tive que rever muito conteúdo, pois na faculdade são muitos assuntos que estudamos. Se estudarmos bastante é só revisar que fica fácil. Então, quando vim trabalhar aqui na FAINOR foi o mesmo assunto que revisei. Então a minha prática ajudou na minha docência.

Ao destacar partes das entrevistas e observações das atividades em sala de aula, foi possível perceber a visão geométrica integral dos engenheiros:

> **Engenheiro 03:** Você pode fazer uma aproximação pela regra dos trapézios e aí, por exemplo, uma área que você quer calcular e não tem como medir, mas você pode determinar os pontos. Então por esses pontos você pode fazer os cálculos, usando a regra dos trapézios. É uma possibilidade, umas das possibilidades. Já que a integral é o cálculo de uma área sob curvas, né?

Junto à ideia geométrica do Engenheiro 03, houve a inquietante questão do Engenheiro 02: “Então, para quem estuda engenharia a pergunta é essa: esse valor matemático achado representa o quê”?

> **Engenheiro 02:** Até já expliquei ela indiretamente, mas vamos pegar um caso. Suponhamos que eu vou dar uma aula sobre cálculo numéricos, e aí eu queria

ensinar a um aluno a fazer uma aproximação de uma integral. O que eu vou fazer? Primeiro, vou desenhar uma curva qualquer em um quadro. Marco dois pontos nela e explico ao aluno o que é integral, porque o aluno muitas vezes pensa na integral pela integral sem saber o que ela é. O que é a integral de fato? No ponto de vista gráfico, é uma área sobre uma curva.

Algumas conclusões surgiram e considero relevante apontá-las antecipadamente: a geometria parece estar mais próxima das coisas reais, ela aparece em forma de imagem, assemelha-se a objetos e, com isso, a integral surge em outra linguagem no mundo do trabalho. Afinal, é na feitura de objetos e mercadorias que o trabalho intelectual encontra o manual para a sustentação da vida, no caso, o dos engenheiros, que inventam coisas, agem, lidam com o concreto. Essa descoberta contribuiu significativamente à minha aprendizagem e prática pedagógica, conforme declaração sucinta da Engenheira 01:

Engenheira 01: Mas eu não ensino resolver as integrais, os métodos, as técnicas. Isso quem faz é você, viu Mari (risos).

Outro aspecto marcante das entrevistas foi a coerência na escolha do referencial teórico, pois as diferentes formas de vida e seus jogos de linguagem se revelaram na pesquisa. O fato me remeteu à citação do Engenheiro 03, assim como as de Knijnk e Giongo, entre outras.

Engenheiro 03: As duas coisas, a prática profissional na docência é importante, porque o professor que já vivenciou e que vivencia o dia a dia, a prática, ele pode transmitir para o aluno não somente aquela visão acadêmica, teórica, ele mostra aquela visão de fato, como é chamado também de "Chão de Fábrica", a visão do trabalho real.

O Engenheiro 1, em sua última entrevista, alertou sobre o cuidado com a tradução da linguagem matemática para a da computação.

Engenheiro 01: Temos que tomar esse cuidado, pois temos que utilizar a linguagem de computação para o software entender. Mas, como seus alunos já aprenderam isto direitinho no primeiro semestre na disciplina de Programação I, não vai ter problema.

Como, desde o início, o objetivo era desenvolver uma prática pedagógica para o ensino de cálculo e não aprender e ensinar como os engenheiros o efetuavam, o resultado foi o surgimento de uma forma de ensinar integral com a utilização de enunciados da forma de vida dos Engenheiros da Computação.

As práticas pedagógicas resultaram da aplicação do planejamento contido no programa de pesquisa da Etnomatemática articulada com o ensino de cálculo para Engenheiros da Computação e contou com a participação dos alunos. Nesse momento, surgiu outra didática no lócus do laboratório acadêmico, transformado em sala de aula, estudada nos encontros e atividades.

Por se tratar de um planejamento, ele ficou sujeito a modificações na sua realização. Os encontros contaram com as participações dos professores das disciplinas de Linguagem de Programação I e II, Robótica e Análises de Sinais. No último, ocorreu a socialização do conhecimento e uma confraternização entre docentes e alunos.

A filmagem solicitada pela orientação comprovou a realização desta prática, que foi acompanhada pelo meu diário de campo. Ressalto que não filmei o primeiro encontro, pois os alunos se sentiram constrangidos com a presença da câmera de vídeo. Então considerei que eles precisavam de mais um dia.

A seguir, encontra-se elencado sinteticamente o material de pesquisa que serviu para escrita da dissertação:

1. Diário de campo da professora pesquisadora;
2. Entrevistas, gravadas e transcritas, realizadas com um grupo de engenheiros;
3. Filmagens dos encontros da prática pedagógica;
4. Relatório sobre todas as atividades e encontros realizados pelos alunos para verificação de opiniões e críticas;
5. *Paper* escrito pelos alunos.

Durante a orientação, a ordem dos encontros e algumas atividades sofreram modificações. Desse modo, foram realizados 10 encontros, contendo 7 atividades e 1 palestra, com duração de 2 horas/aulas, nos meses de setembro e outubro, referentes às segunda e terceira unidades. A turma, composta de 40 alunos, cursava o segundo semestre matutino, 2014.2, de Engenharia da Computação, na disciplina

Cálculo Diferencial e Integral II na FAINOR. É importante ressaltar que dos matriculados, 10 não frequentaram as aulas desde a primeira unidade. Em meados de outubro, houve apenas duas evasões. Em seguida, descrevo de forma detalhada o planejamento

1. **Encontro (setembro)**

No primeiro encontro realizado na sala de aula, apresentei aos alunos a prática pedagógica a ser desenvolvida. Expliquei-lhes os instrumentos de coleta de dados para a pesquisa e os convidei a participar e colaborar. Incialmente, apenas 2 se propuseram a cooperar; por isso, ofereci 5 pontos no conjunto das notas das segunda e terceira unidades que contemplavam os meses de setembro e agosto a quem decidisse se integrar à investigação.

Resolvida a questão da participação da turma, iniciei os trabalhos solicitando à turma a confecção de um *paper* em grupo para ser entregue no último encontro. Este tinha como objetivo o relato da construção do *hardware* ou do *software* concebido pelos alunos (atividade 04), referente à prática laboral do Engenheiro da Computação utilizando integral de uma função de uma variável.

Dada a devida pausa, concedi-lhes o tempo necessário para desfazerem as dúvidas, momento em que me dediquei a ouvi-los e responder aos questionamentos. Como as aulas aconteciam às terças e quartas-feiras, comuniquei-lhes que, durante a segunda e a terceira unidades, teríamos um dia de aula com explicações dos conteúdos pertencentes à ementa do curso e no outro realizaríamos as atividades da prática pedagógica. Dando continuidade às explicações sobre os encontros e as atividades que desenvolveríamos, escrevi no quadro as datas previstas e os locais dos encontros, abaixo relacionados.

- 2º Encontro (Setembro) – Atividade 01: Resolução de 4 exemplos de funções no *Software Geogebra*. Sala de informática.

- 3º Encontro (Setembro) – Atividade 02: Resolução de 5 problemas utilizando o *Software Matlab*. Sala de aula. Trazer notebooks.

- 4º Encontro (Setembro) – Continuação anterior.

- 5º Encontro (Setembro) – Atividade 03: Discussão na sala de aula sobre a utilização das tecnologias em estudos pelos alunos.

- 6º Encontro (Setembro) – Palestra do professor de Robótica. Sala de aula

- 7º Encontro (Outubro) – Atividade 04: Apresentações das equipes 01, 02 e 03 (Construção *software* ou *hardware*). Sala de aula.

- 8º Encontro (Outubro) – Continuação da atividade anterior (equipes 04 e 05).

- 9º Encontro (Outubro) – Atividade 05: Resolução de um problema específico da prática laboral do Engenheiro da Computação utilizando o *Matlab* com a Engenheira 01 e seus alunos da disciplina de análise de sinais. Sala de aula. Trazer notebooks.

- 10º Encontro (Outubro) – Entregas das Atividades 06: Entrega do relatório (dupla) e 07: *paper* (grupo), finalizando com a socialização e explanação dos relatórios dos alunos, contendo suas críticas e opiniões sobre a prática pedagógica. Encerramento. Sala de aula.

Nesse momento, solicitei que fizessem a separação dos grupos para a atividade 04. Assim, eles escolheram seus parceiros conforme afinidades e foram divididos em cinco grupos compostos de seis alunos. Em seguida, pedi que construíssem as primeiras premissas desse trabalho na sala de aula. Reunidos em seus grupos, realizaram pesquisas na internet utilizando os próprios celulares.

Além disso, requisitei a criação de um e-mail específico da turma. Eles também formaram um grupo no *Whatsapp* no qual todos foram adicionados, inclusive eu, professora pesquisadora. Esse movimento produziu três listas: 1) Frequência; 2) Composição das duplas; 3) Composição e enumeração dos respectivos grupos. Nesse encontro, eles forneceram seus e-mails, números de matrícula e telefone. Ademais, informei-os sobre os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido e de Consentimento para Exposição de Imagem. Todos assinaram sem nenhum constrangimento. A fim de facilitar a realização das atividades da prática pedagógica propostas, solicitei-lhes a realização de pesquisas prévias sobre os seguintes conteúdos:

1. *Software Geogebra*;

2. *Software Matlab*;

3. Sinais;

4. Sinal discreto e contínuo no tempo;

5. Integral de convolução;

6. Discretização.

No final do encontro, as listas me foram entregues juntamente com os Termos de Consentimento.

2. Encontro (setembro)

- **Atividade 01**

Consistiu em resolver e construir o gráfico da área das funções utilizando o *software Geogebra* de 4 exemplos sobre cálculo de áreas de funções com integral. No final, fiz algumas perguntas à turma.

- **Objetivo**

Mostrar aos alunos a facilidade e a importância da utilização de softwares como ferramenta pedagógica no ensino de Cálculo.

- **Especificação e explicação da atividade**

Esse encontro foi realizado no laboratório de informática da FAINOR, onde todos os 15 computadores haviam sido instalados no *software Geogebra* para a realização da atividade 01, que os alunos realizaram em dupla. As duas últimas aulas antes da prática pedagógica, ministrei-as manualmente, detalhando, passo a passo, os devidos cálculos e a construção de gráficos para encontrar a área de algumas funções, escrevendo as resoluções no quadro branco conforme exigência da ementa da disciplina.

Assim, nessa atividade, solicitei que os alunos encontrassem a área das funções e construíssem o respectivo gráfico dos cinco primeiros exemplos anteriormente explicados; entretanto, deveriam usar o *software Geogebra*. Em seguida, por meio do data show, mostrei-lhes a resolução de todos os problemas, momento em que retomava as explicações, utilizando o quadro branco, a fim de esclarecer as dúvidas. Ao finalizar a atividade, lancei à turma os seguintes questionamentos:

a) Qual o método que vocês acharam mais fácil para realizar o cálculo?

b) Vocês acreditam que sem as explicações do passo a passo que realizei manualmente vocês saberiam calcular a área no *Geogebra*?

c) Quais as diferenças que vocês observaram entre o cálculo manual e no *Geogebra*? E da construção do gráfico?

d) Com a aplicabilidade do *Geogebra*, foi mais fácil compreender os cálculos e a construção do gráfico manualmente?

e) O que vocês acharam de usar esse software em Cálculo II?

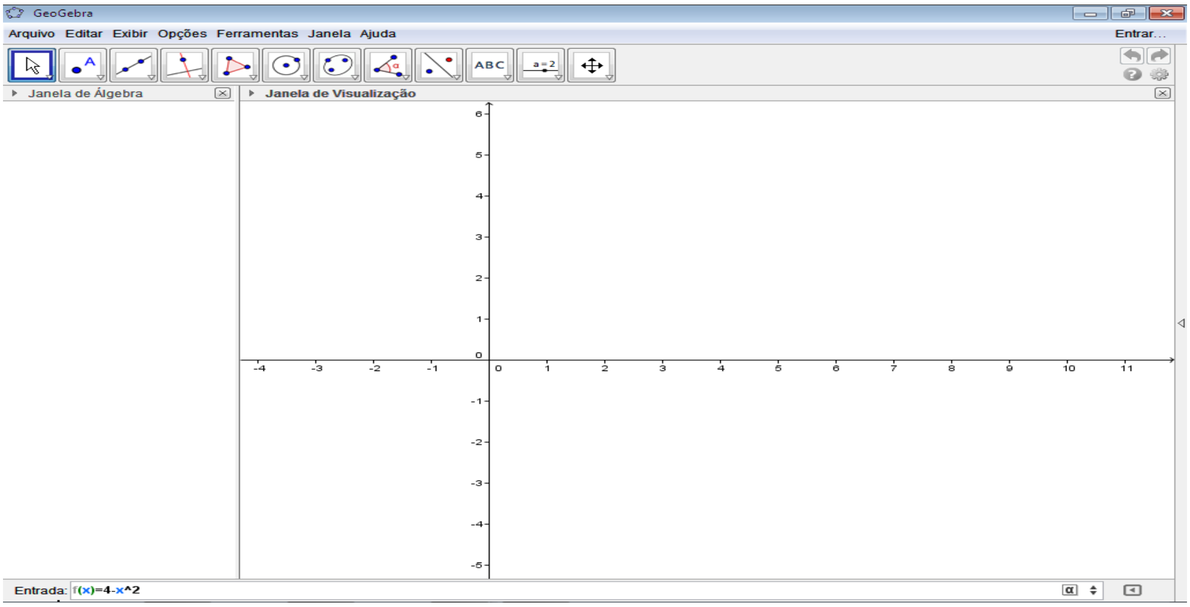
Exemplo1: Encontre a área limitada pela curva $y = 4 - x^2$ e o eixo dos x. (FLEMMING; GONÇALVES, 1992, p. 380, exemplo 6.11.2).

- **Passos e explicações da solução do exemplo**

✓ **Passo 1**

Primeiramente, na caixa de entrada, localizada no fim da página, conforme figura 2, declarar cada função. Então, digitar a primeira função: f(x)=4-x^2. Logo após, clicar em “enter”. Sempre digitar as funções na forma $y = f(x)$ e utilizar a linguagem de programação, lembrando que se usa ponto ao invés de vírgula para representar um número decimal.

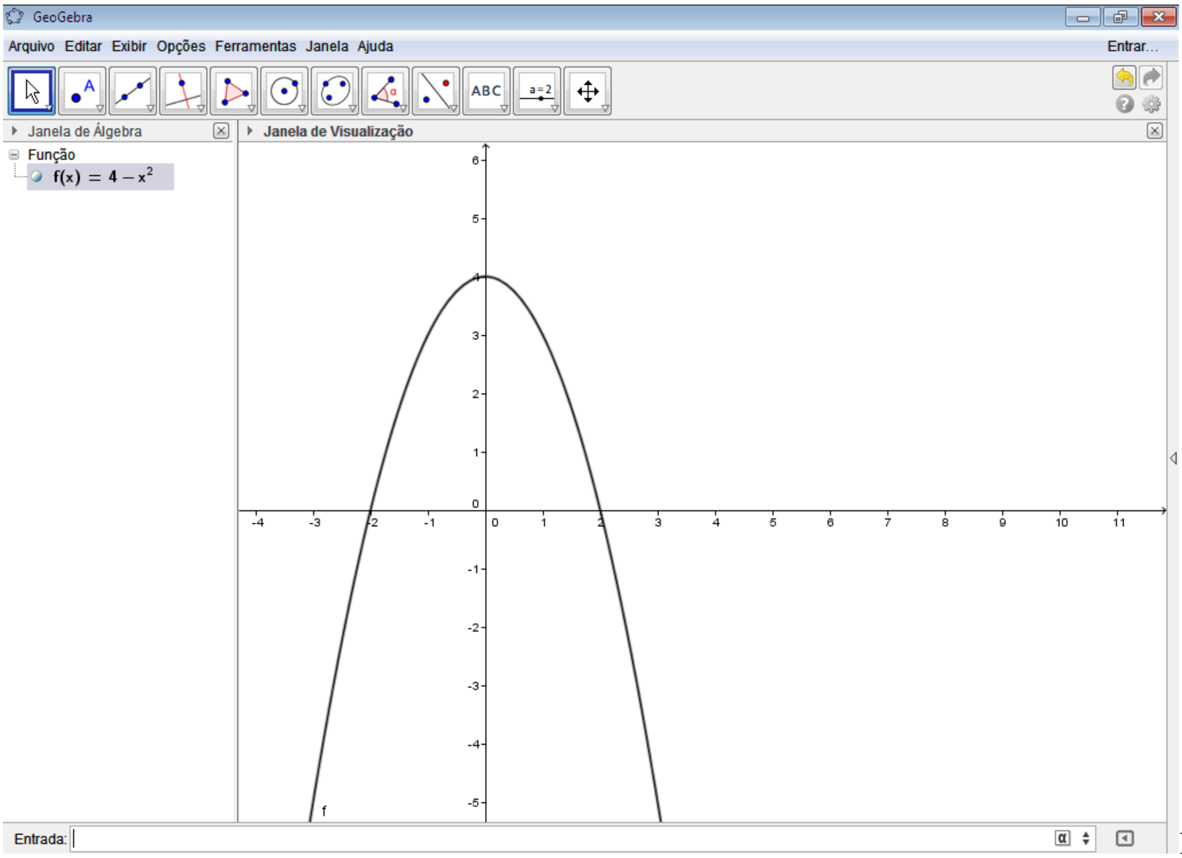
Figura 8 – Função f(x) digitada na caixa de entrada



Fonte: Da autora (2014).

A função aparecerá na janela de Álgebra, à esquerda, e seu respectivo gráfico na janela de Visualização, à direita, conforme figura 3.

Figura 9 – Gráfico da função f(x)



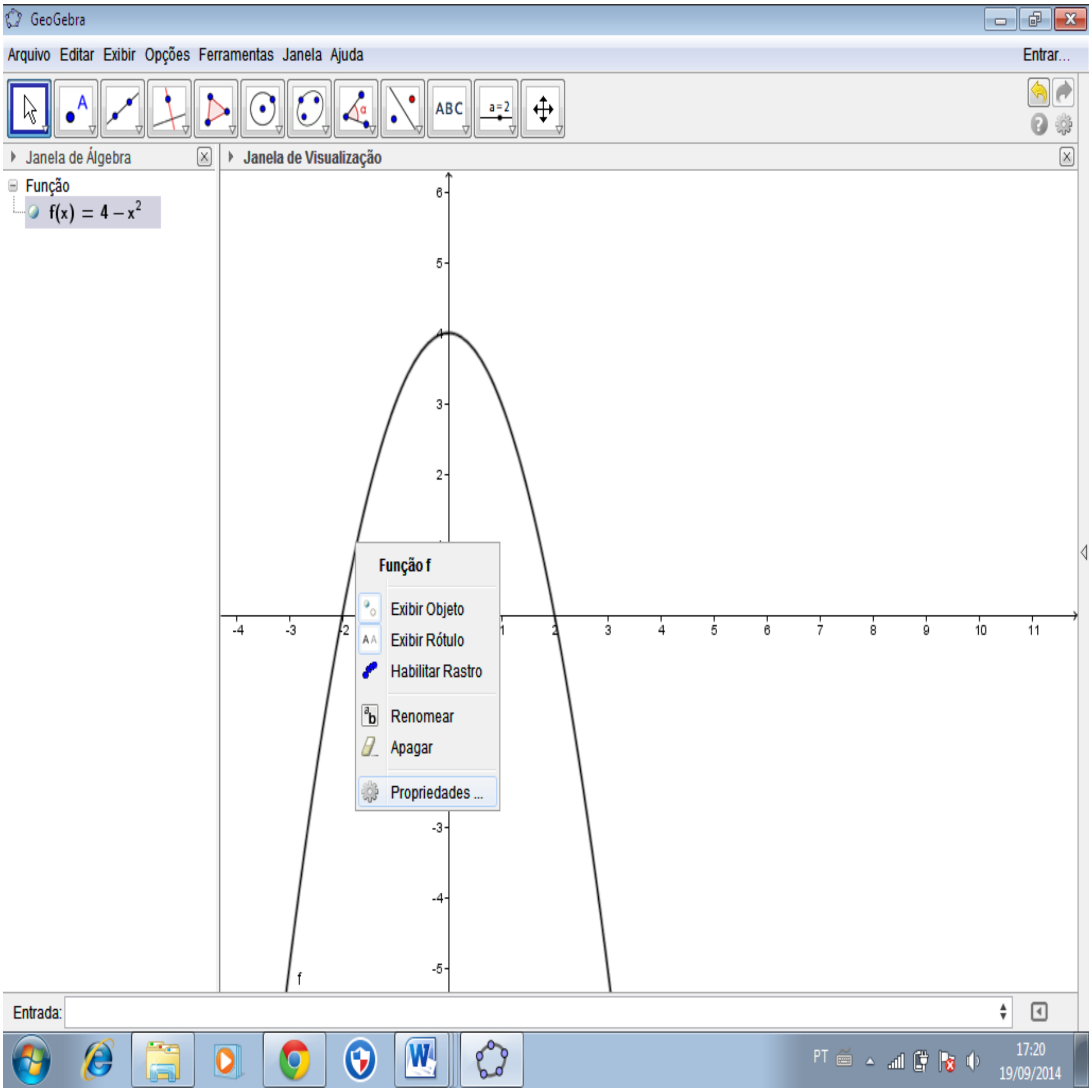
F

Fonte: Da autora (2014).

✓ **Passo 2**

A cor da função será mudada para uma melhor visualização e distinção entre as funções. Para isso, clicar com o botão direito em cima de cada gráfico e aparecerá uma caixa com várias opções. Clicar em propriedades, como mostra figura abaixo 04.

Figura 10 – Propriedades da função

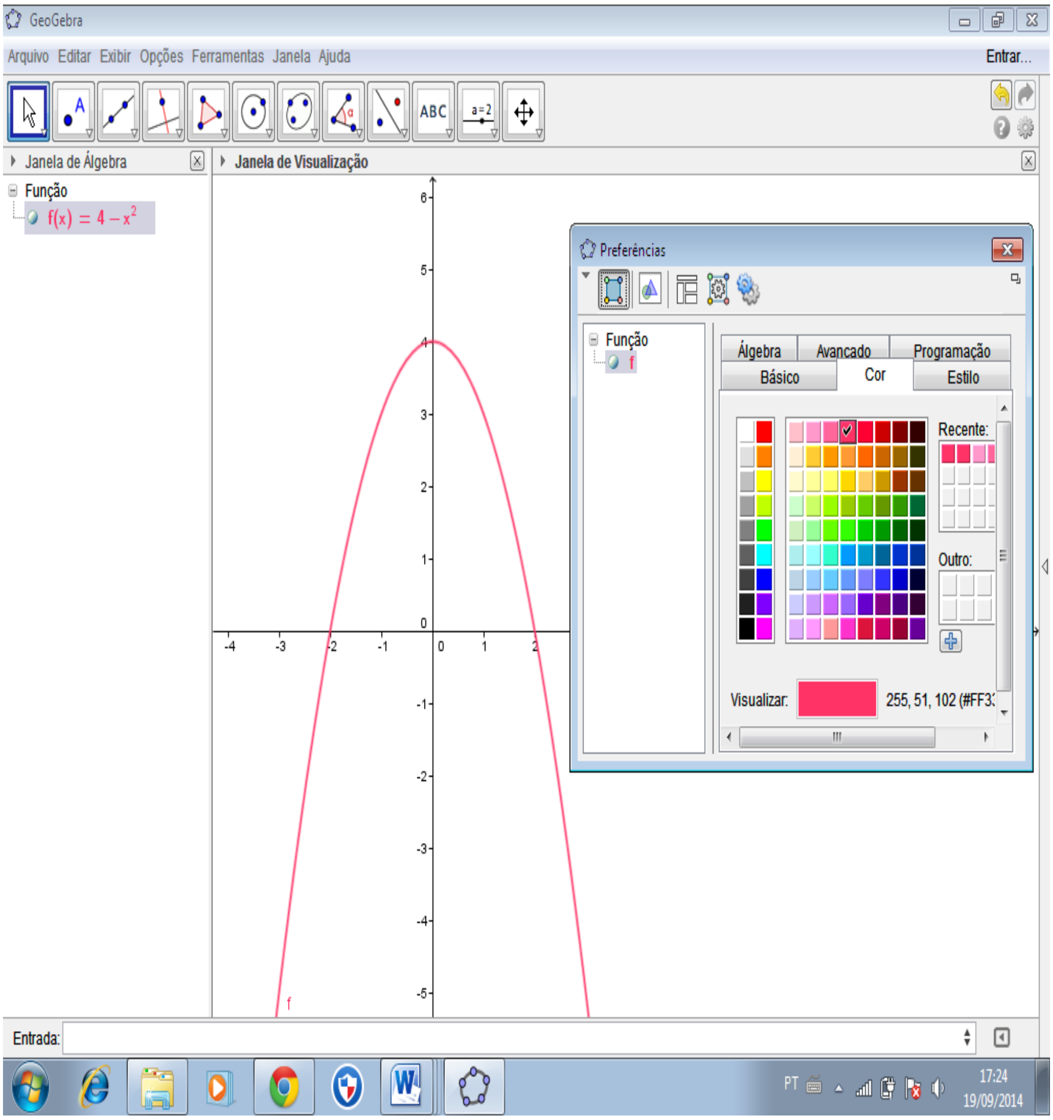


Fonte: Da autora (2014).

✓ **Passo 3**

Escolher, então, uma nova cor para a função. Nesse caso, optei pela rosa para representar a função f(x). Observar que, na janela de Álgebra, a função também mudou sua cor conforme a do seu respectivo gráfico, visto facilmente na janela de visualização.

Figura 11 – Gráfico da função f(x) colorida

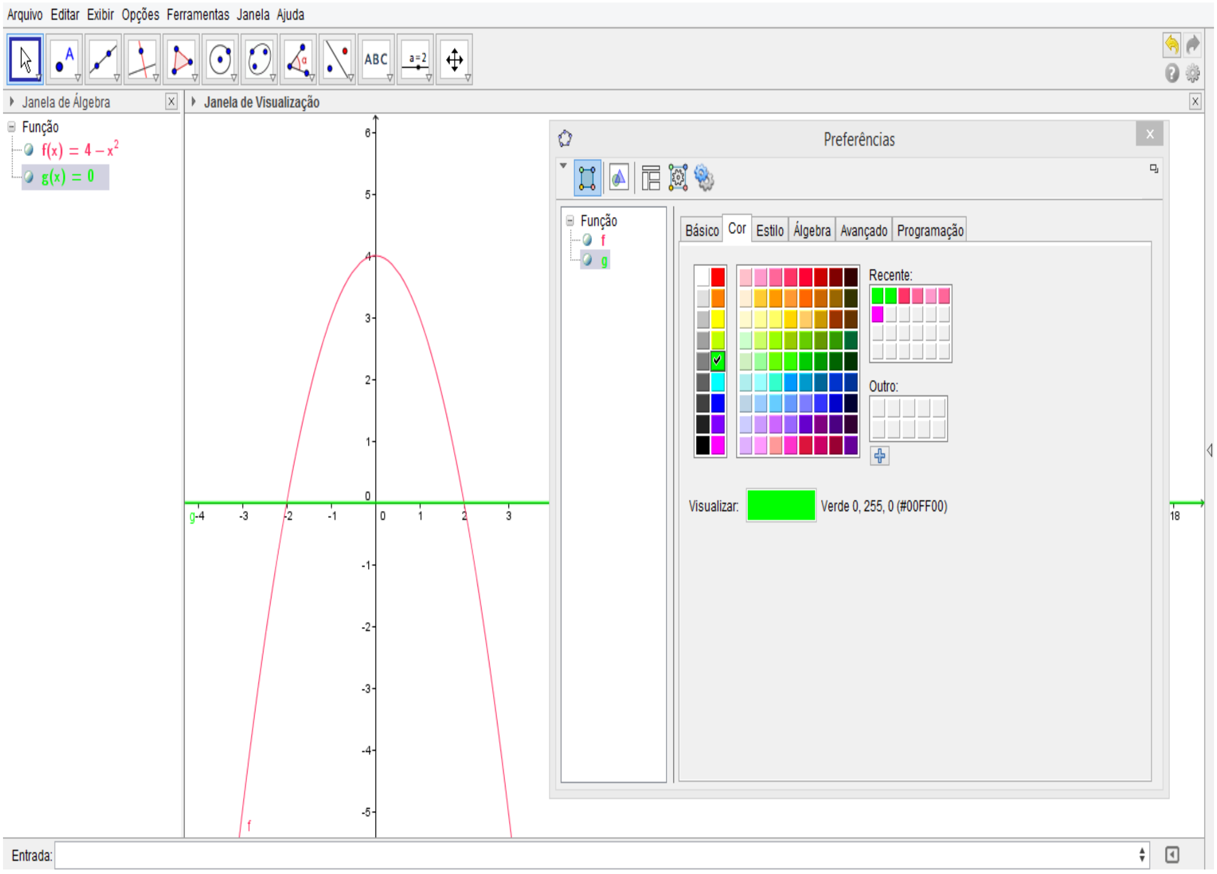


Fonte: Da autora (2014).

- ✓ **Passo 4**

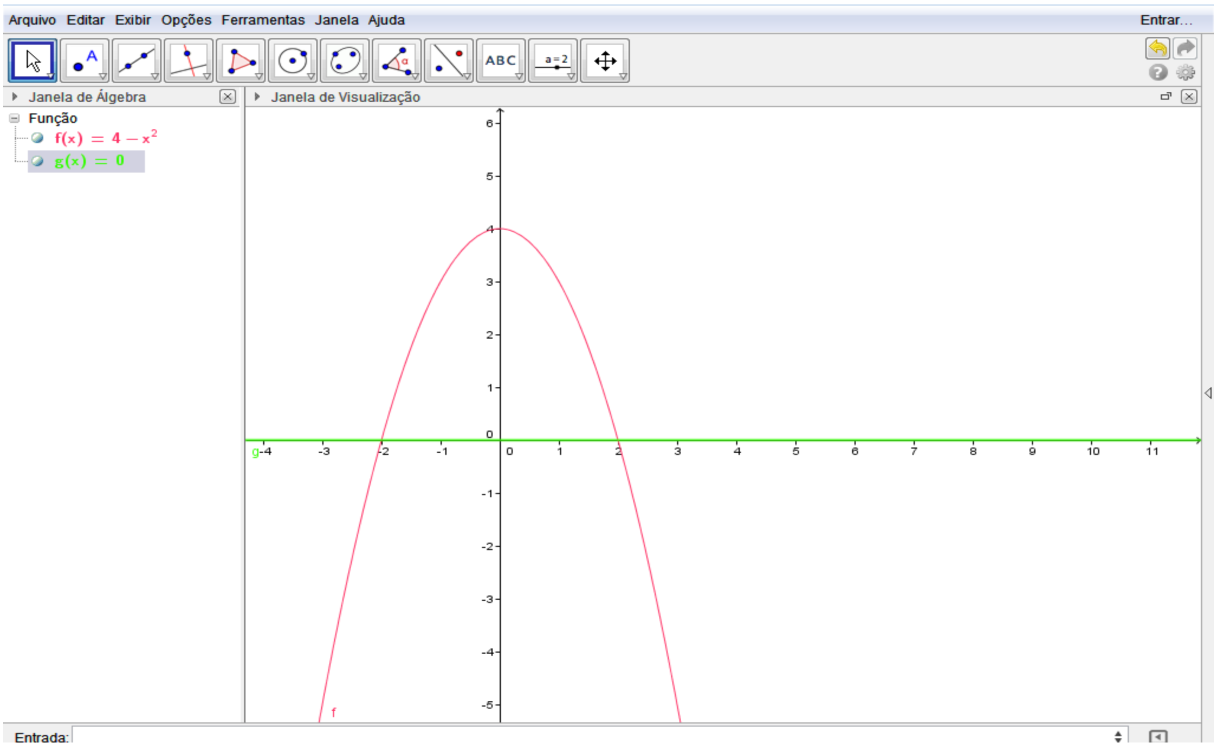
Em seguida, digitar também na caixa de entrada a próxima função g(x). Como corresponde ao eixo das abscissas, será digitada a função: g(x) = 0. Na sequência, repetir os passos 2 e 3 para mudar a cor do segundo gráfico, cuja escolha foi o verde.

Figura 12 – Propriedades da função, preferências.



Fonte: Da autora (2014).

Figura 13 – Gráfico da função g(x)

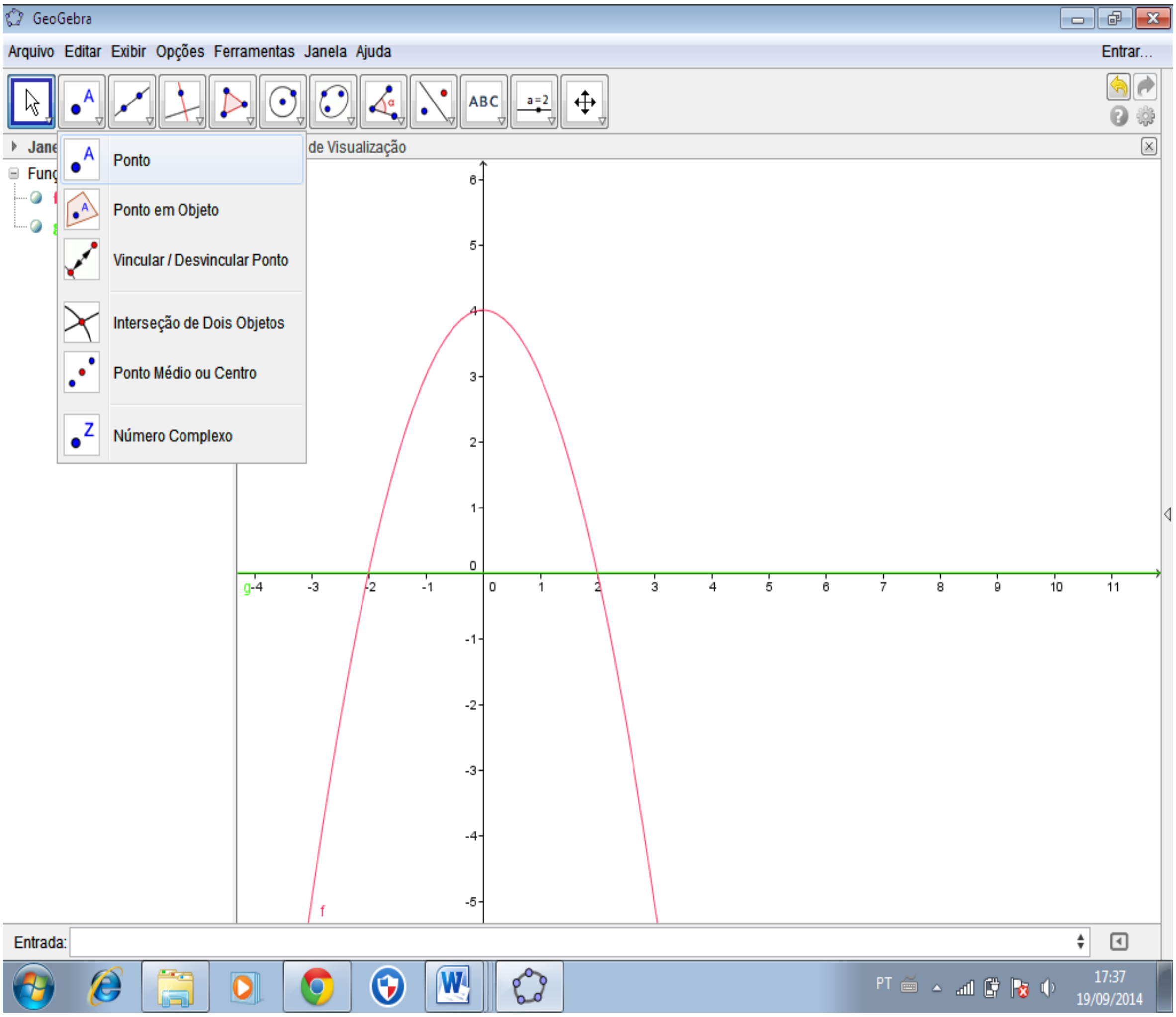


Fonte: Da autora (2014).

✓ **Passo 5**

Serão marcados os pontos de intersecções entre os gráficos, pois são eles os intervalos de integração da integral definida. Na barra de ferramentas, clicar em “ponto” ou “intersecção de dois objetos” e depois, em cima dos pontos de encontro entre as funções no gráfico na janela de visualização. Nesse caso, os intervalos de integração foram - 2 e 2.

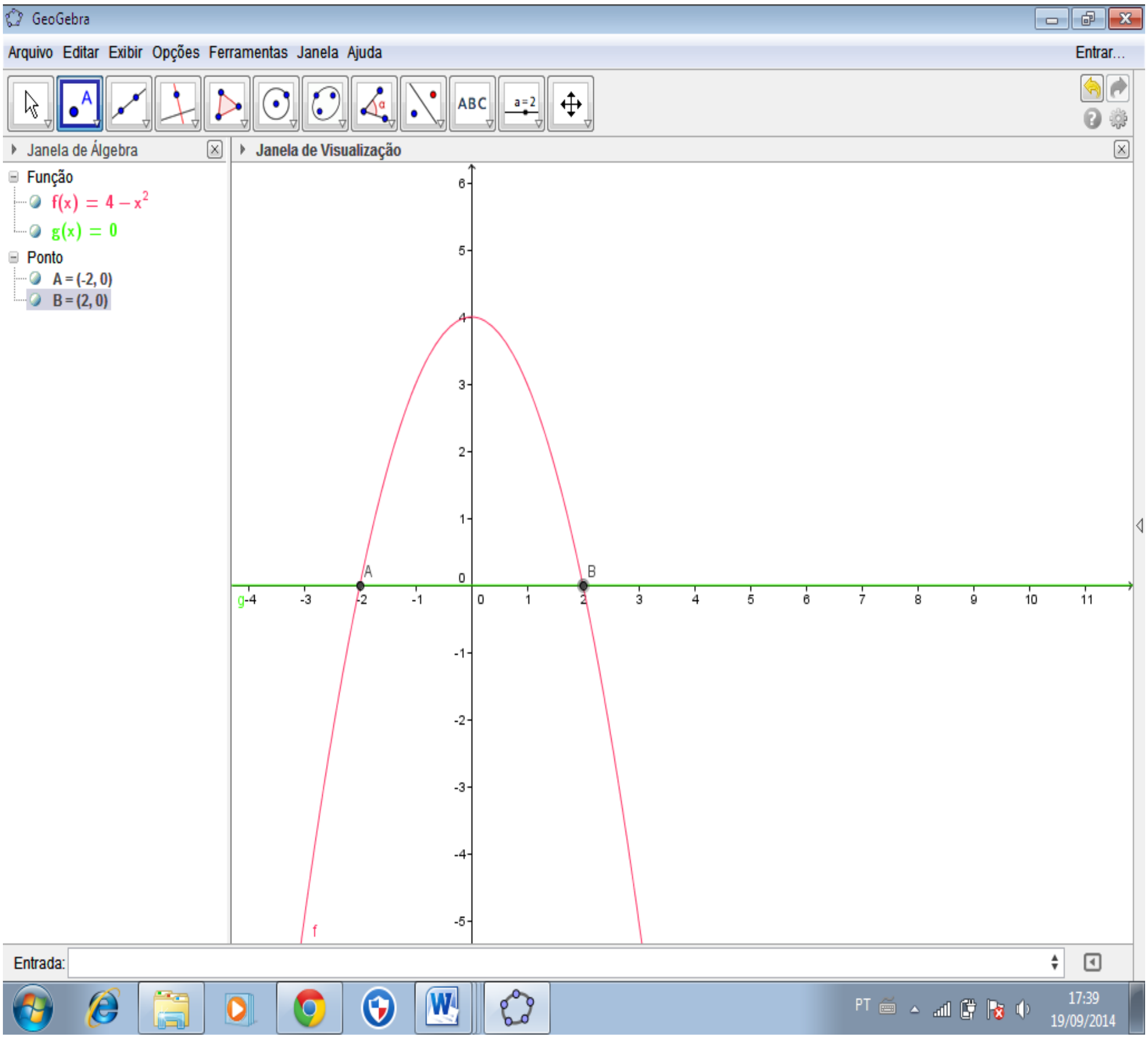
Figura 14 – Marcação dos pontos de Intersecção



Fonte: Da autora (2014).

Os valores desses pontos são declarados na Janela de Álgebra escrito na forma de par ordenado onde o ponto estará com letra maiúscula, evidenciado na figura abaixo:

Figura15 – Pontos de Intersecção

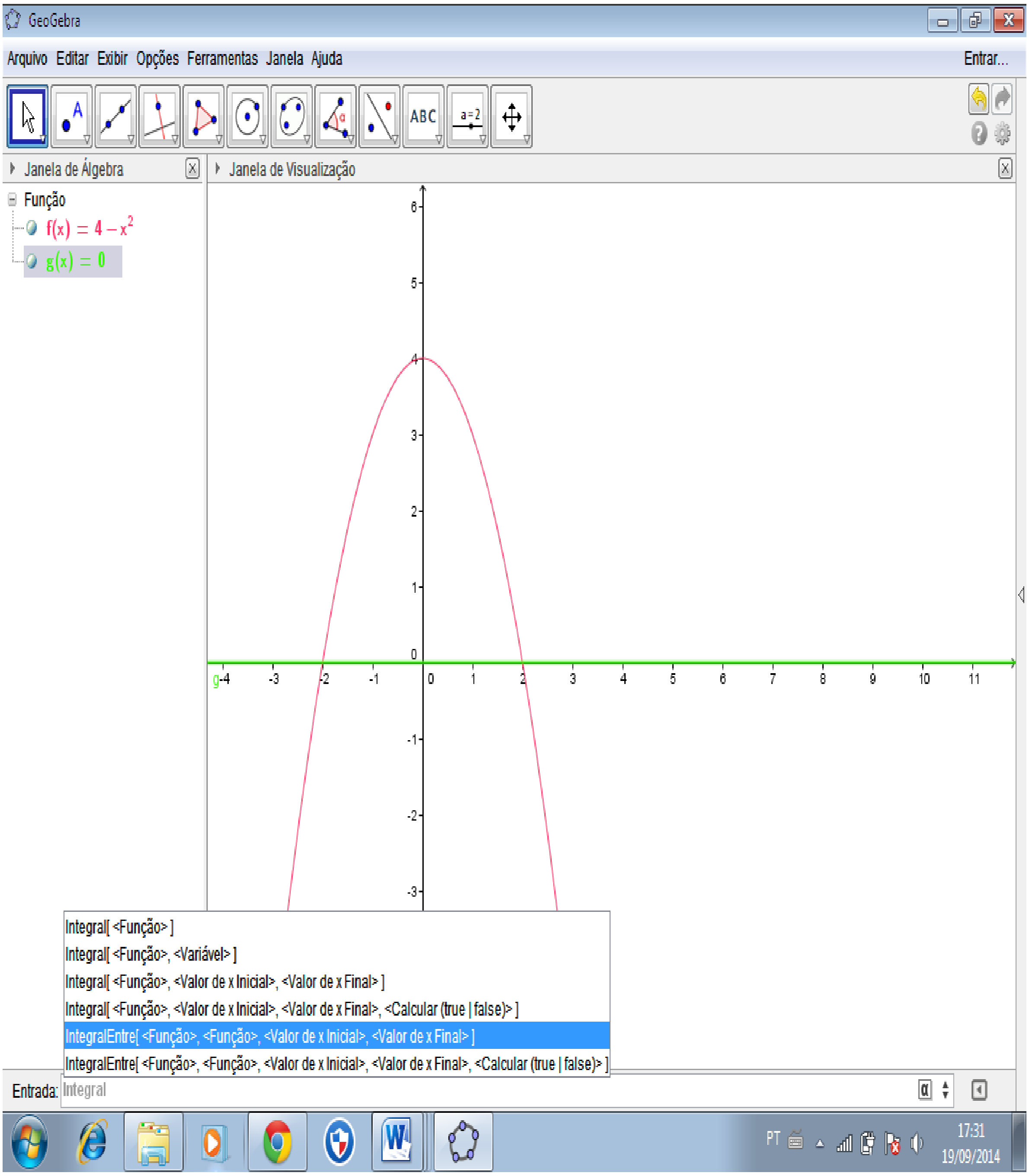


Fonte: Da autora (2014).

- ✓ **Passo 6**

Desse modo, será calculada a área entre os gráficos construídos. Como esse cálculo é resolvido pela operação de integração, será digitado na caixa de entrada “integral”. Aparecerá uma caixa com seis opções, pois esse *software* possui uma biblioteca com várias operações matemáticas. Dentre elas, a que nos interessa é a integral. Assim, escolher a opção: Integral Entre[<função>,<função>,<valor de x inicial>, valor de x final>], ou podemos digitá-la.

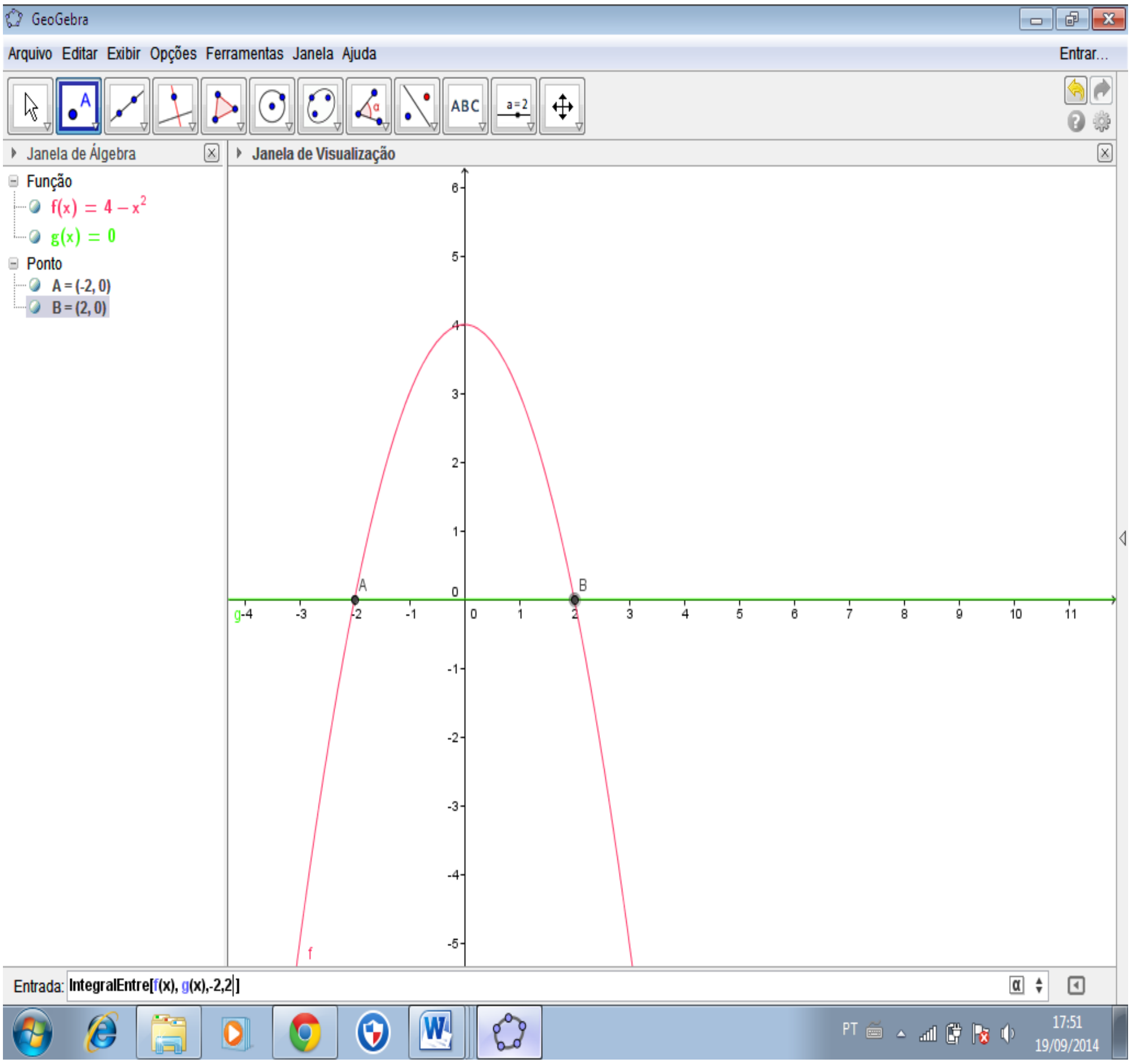
Figura 16 – Cálculo da área



Fonte: Da autora (2014).

Para a resolução desse exemplo, digitar “Integral Entre[f(x), g(x), -2, 2]”, seguido de “enter”:

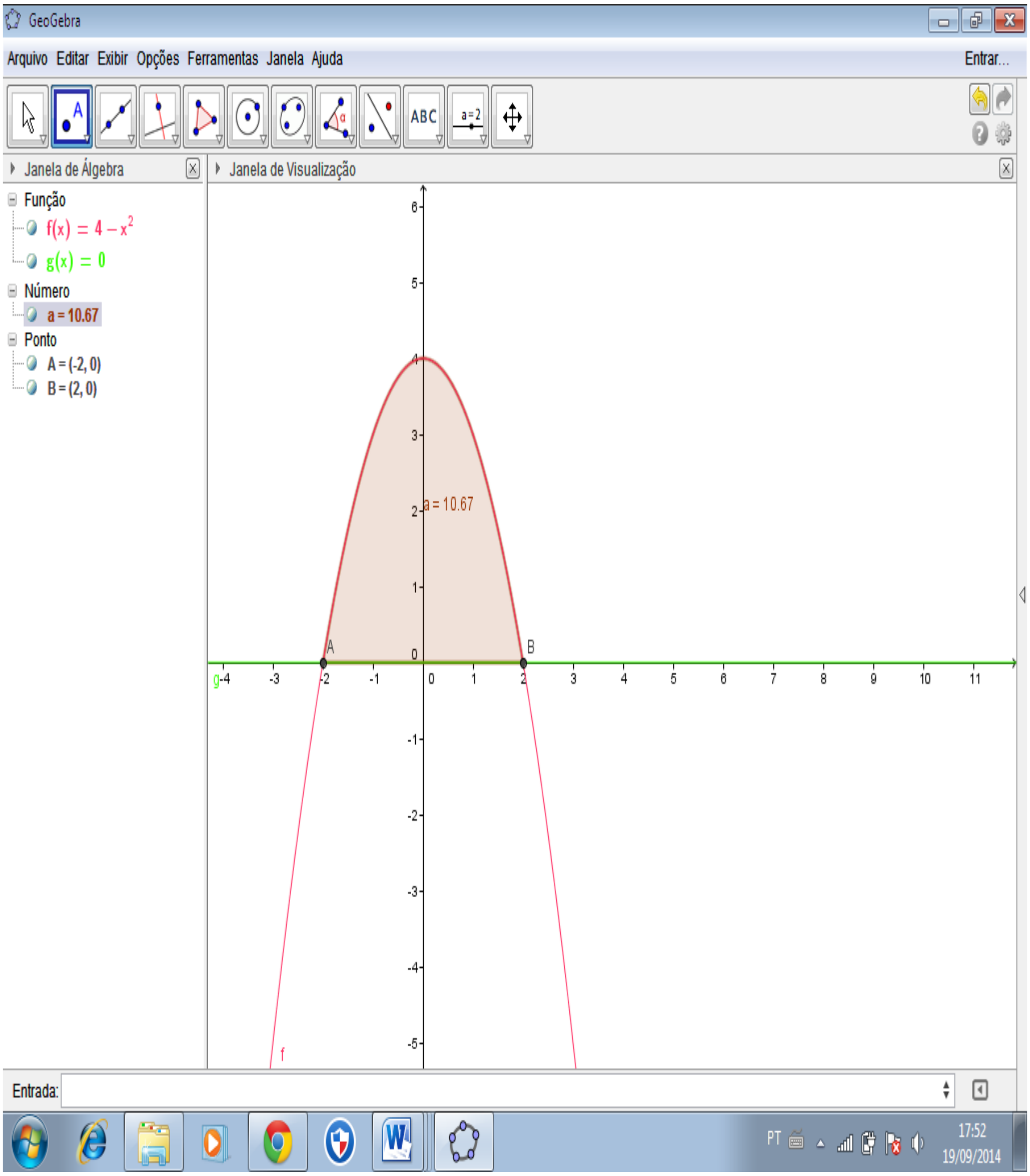
Figura 17 – Comando: Integral Entre[f(x), g(x), -2, 2]



Fonte: Da autora (2014).

O valor dessa área será calculado pelo software e, na Janela de Álgebra, aparecerá como número, e, no gráfico, essa área também será pintada automaticamente conforme ilustração abaixo.

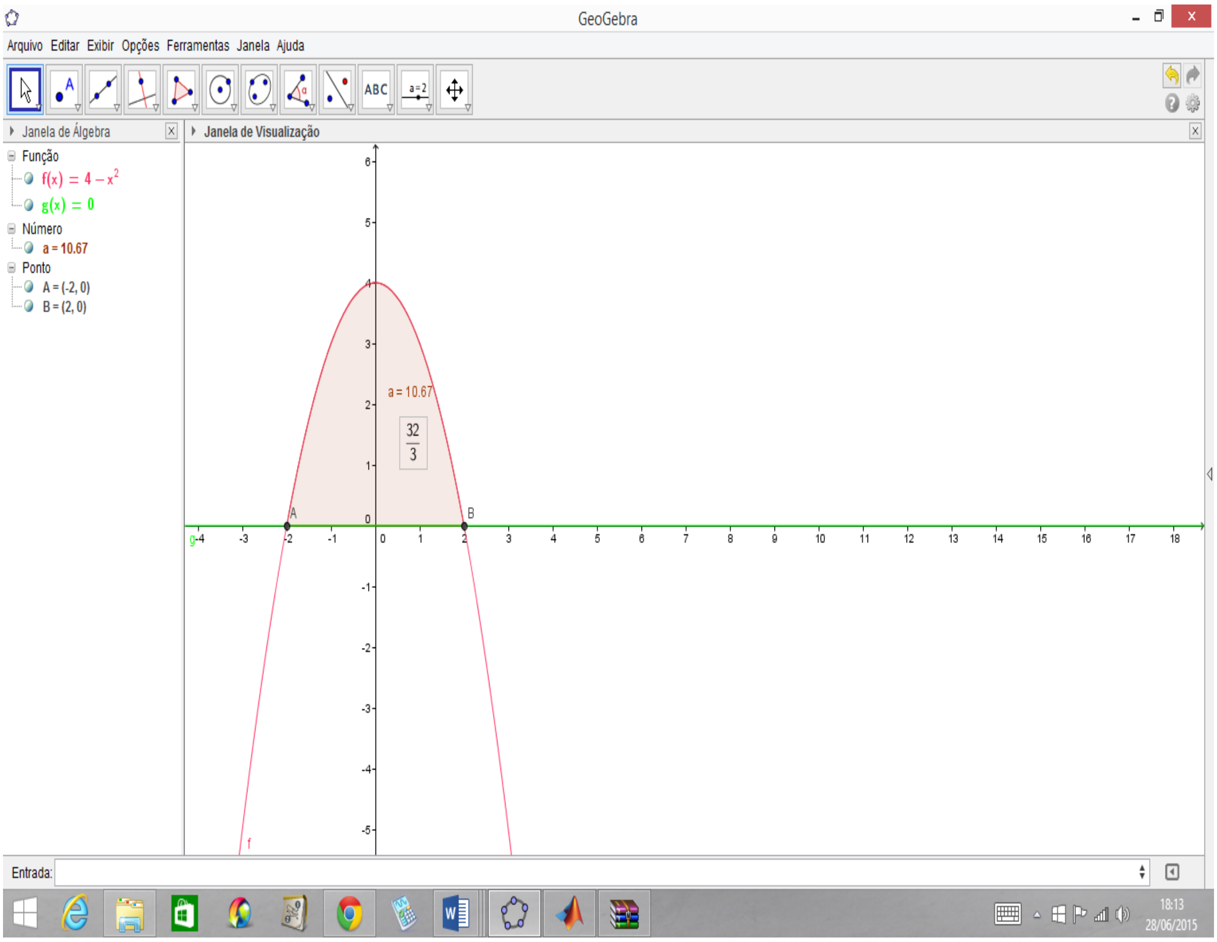
Figura 18– Solução



Fonte: Da autora (2014).

O resultado desse exemplo 1do cálculo da área entre as funções f(x) e g(x) no intervalo entre [-2, 2] foi de 10,67 u.a. (unidades de área). Para visualizar o valor em forma de fração, digitar na caixa de entrada Fração Em Texto[<Ponto>]. Pode aparecer o resultado em forma de fração. Como se trata da área “a”, digitar: Fração Em Texto[a]. O resultado será $\frac{32}{2}$.

Figura 19 – Solução expresso em fração



Fonte: Da autora (2014).

Exemplo 2: Encontre a área da região limitada pelas curvas $y = x^2 - 1$ e $y = x + 1$. (FLEMMING; GONÇALVES, 1992, p.387, exemplo iii).

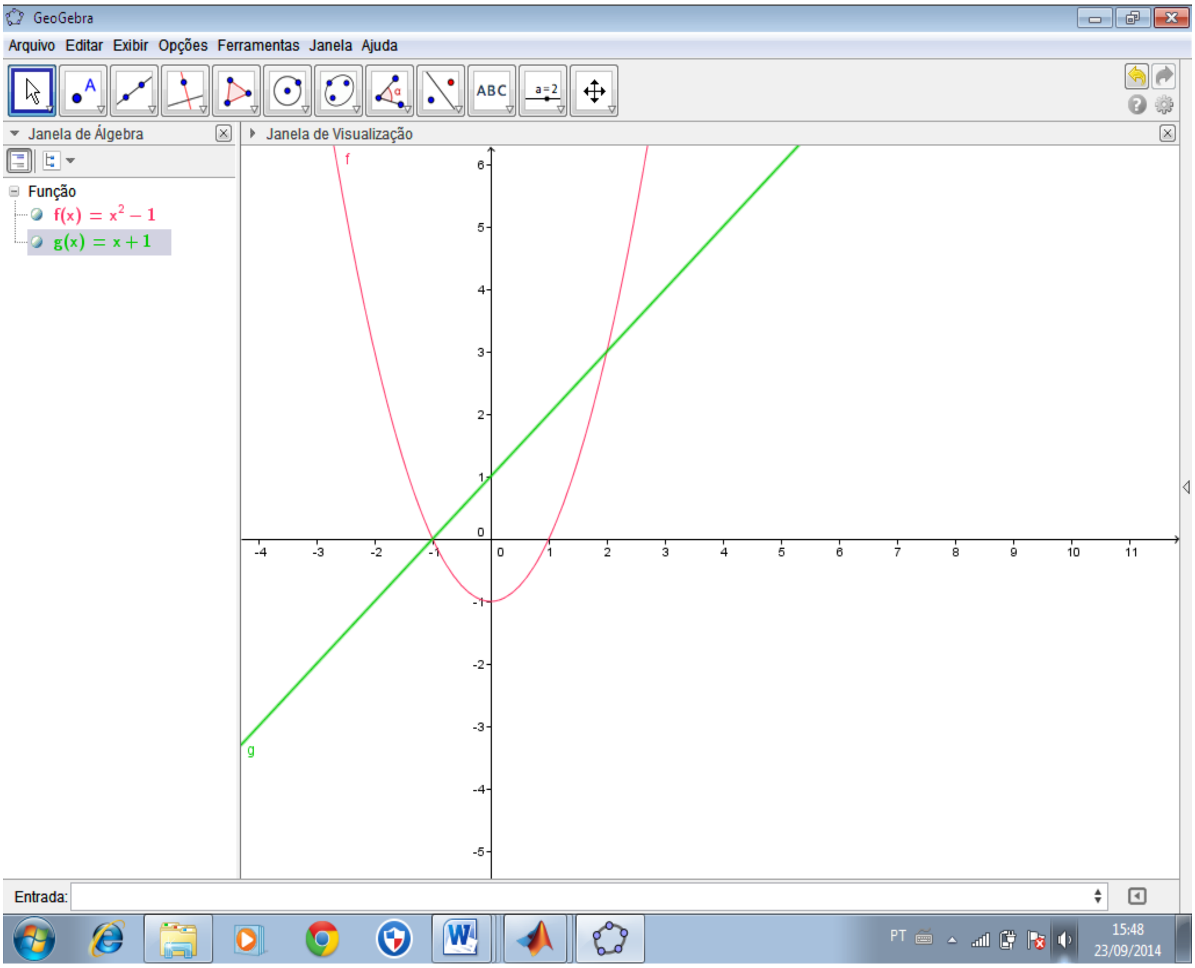
- **Passos e explicações da solução do exemplo**

Nesse exemplo apresento uma maneira mais rápida.

✓ **Passo 1**

Digitar na caixa de entrada a primeira função seguida de “enter” e depois, a segunda função seguida de “enter". Assim, digitar: $f(x) = x\text{^}2 - 1$ e $g(x) = x + 1$. Depois, para colorir as duas funções ao mesmo tempo, repetir os passos 2 e 3 anteriores, clicando em cada gráfico.

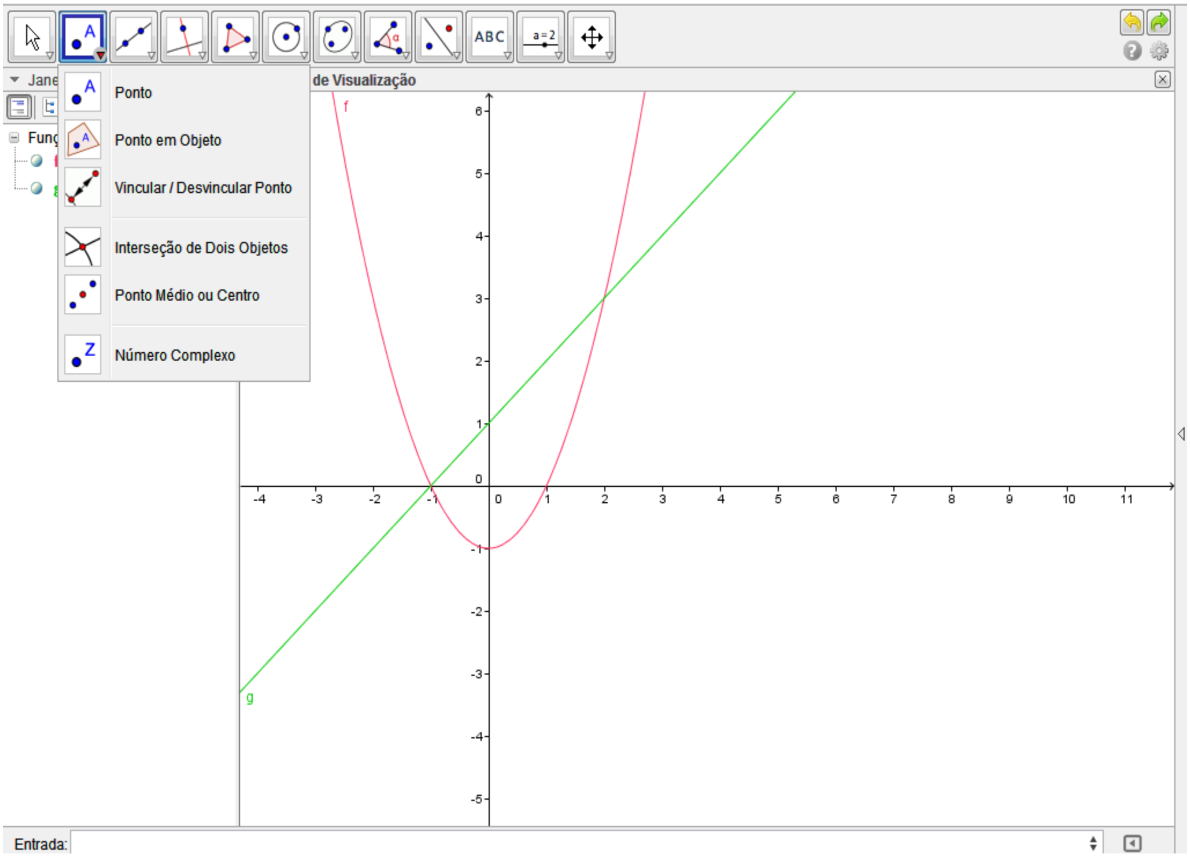
Figura 20 – Gráficos coloridos das funções g(x) e f(x)



Fonte: Da autora (2014).

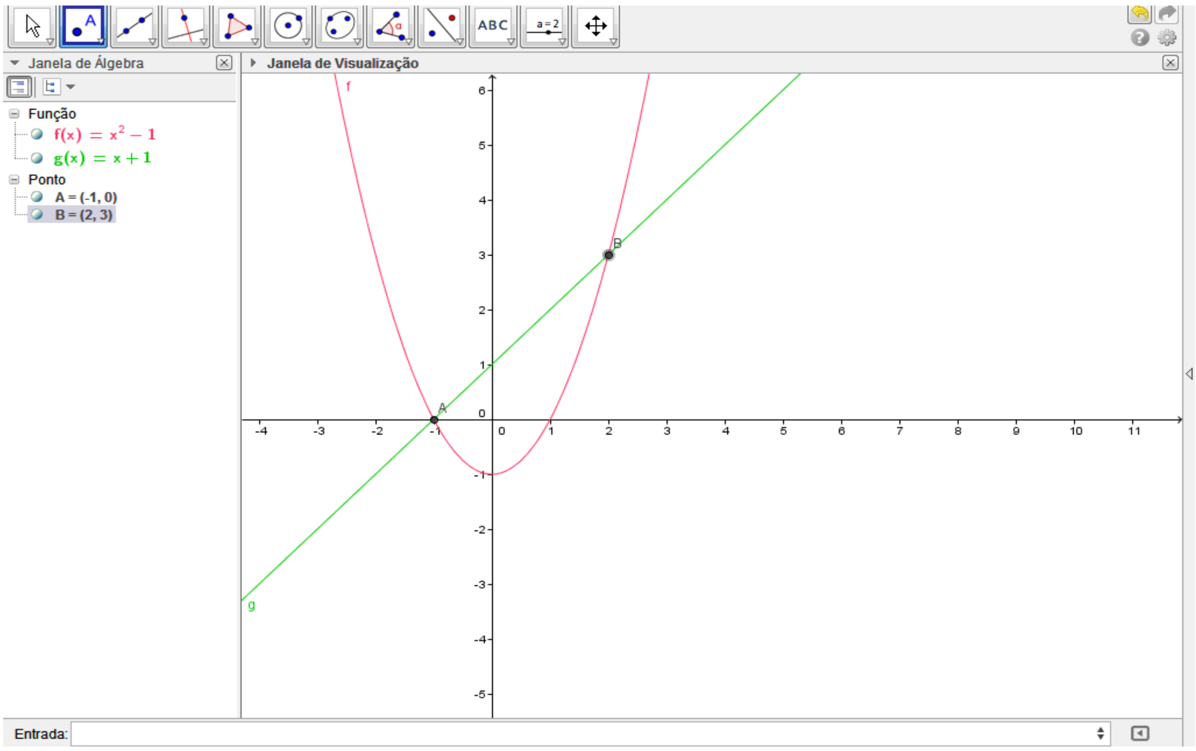
Como mostram as figuras abaixo, o próximo passo é marcar os pontos de intersecções entre os gráficos das funções. Então, repetir o passo 5.

Figura 21 – Comando dos pontos de intersecção



Fonte: Da autora (2014).

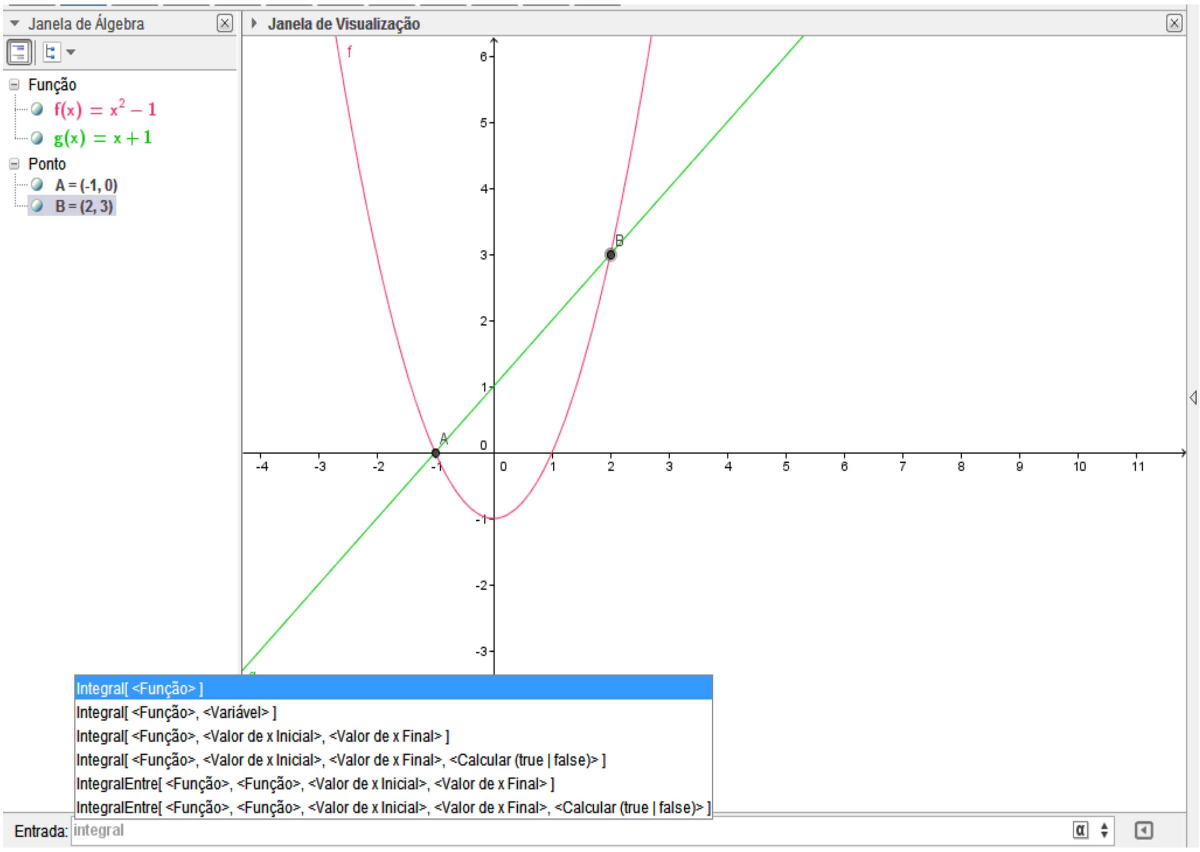
Figura 22 – Marcação dos pontos de intersecção no gráfico



Fonte: Da autora (2014).

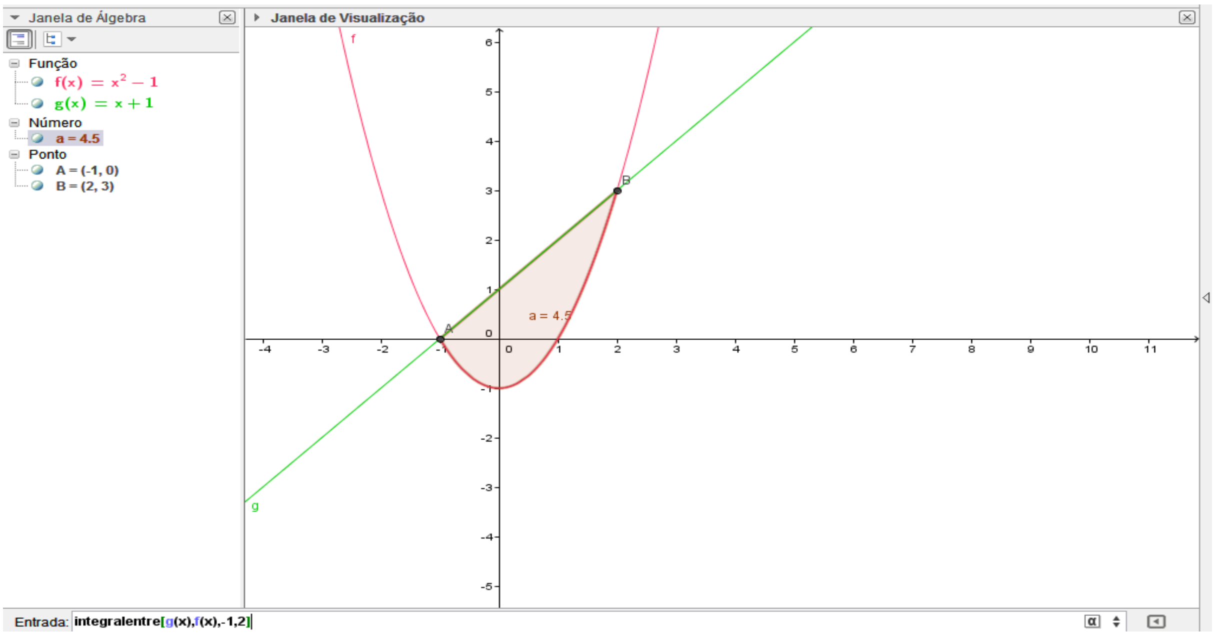
Fazer passo 6 digitar IntegralEntre[g(x),f(x),-1,2]. Primeiramente a função g(x) e depois f(x) entre vírgulas para que a área não seja negativa.

Figura 23– Comando para calcular área entre funções



Fonte: Da autora (2014).

Figura 24 – Solução da área igual a 4,5 u.a.



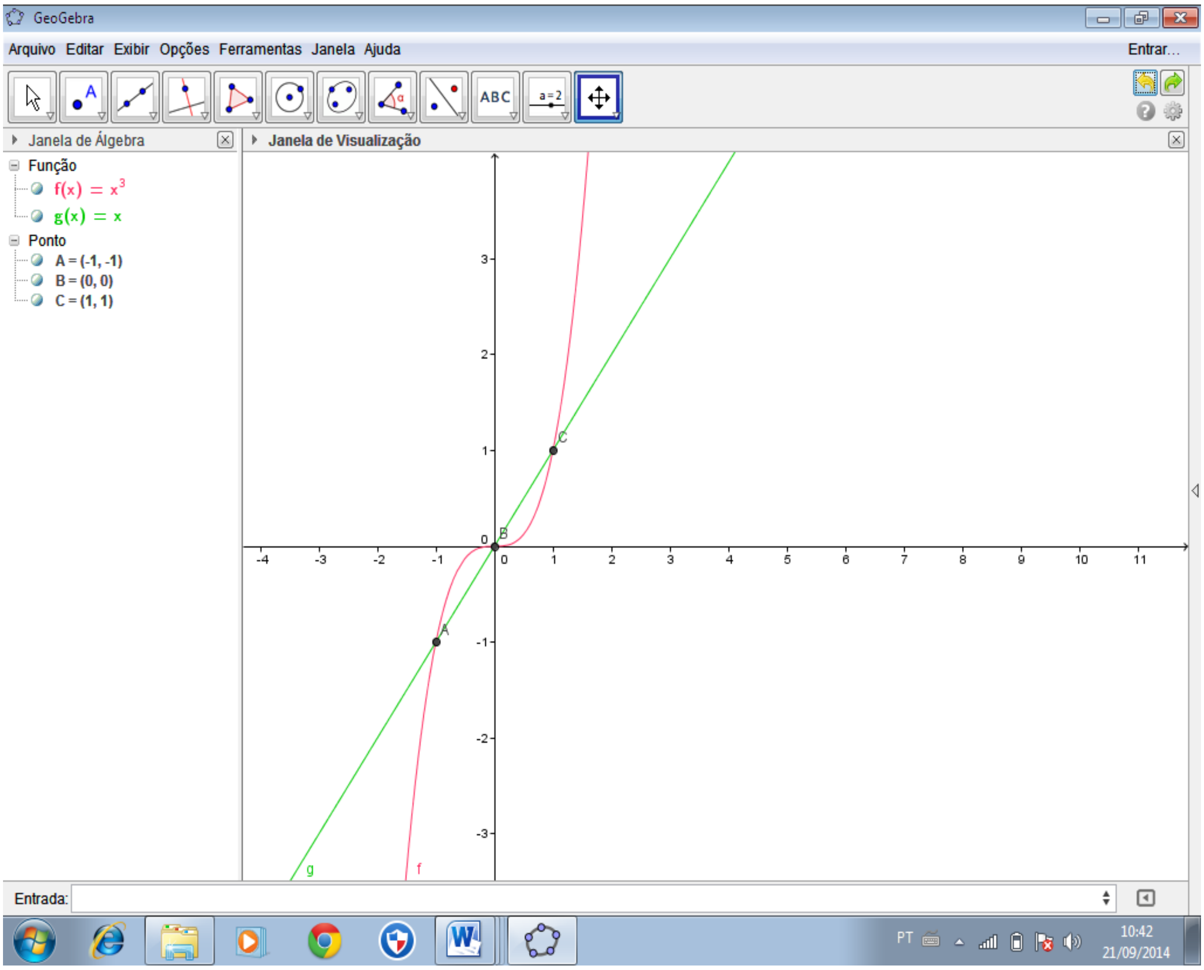
Fonte: Da autora (2014).

Exemplo 3: Encontre a área limitada pelas curvas $y = x$ e $y = x^3$. (FLEMMING, GONÇALVES, 1992, p.386, exemplo ii).

- **Passos e explicações da solução do exemplo**

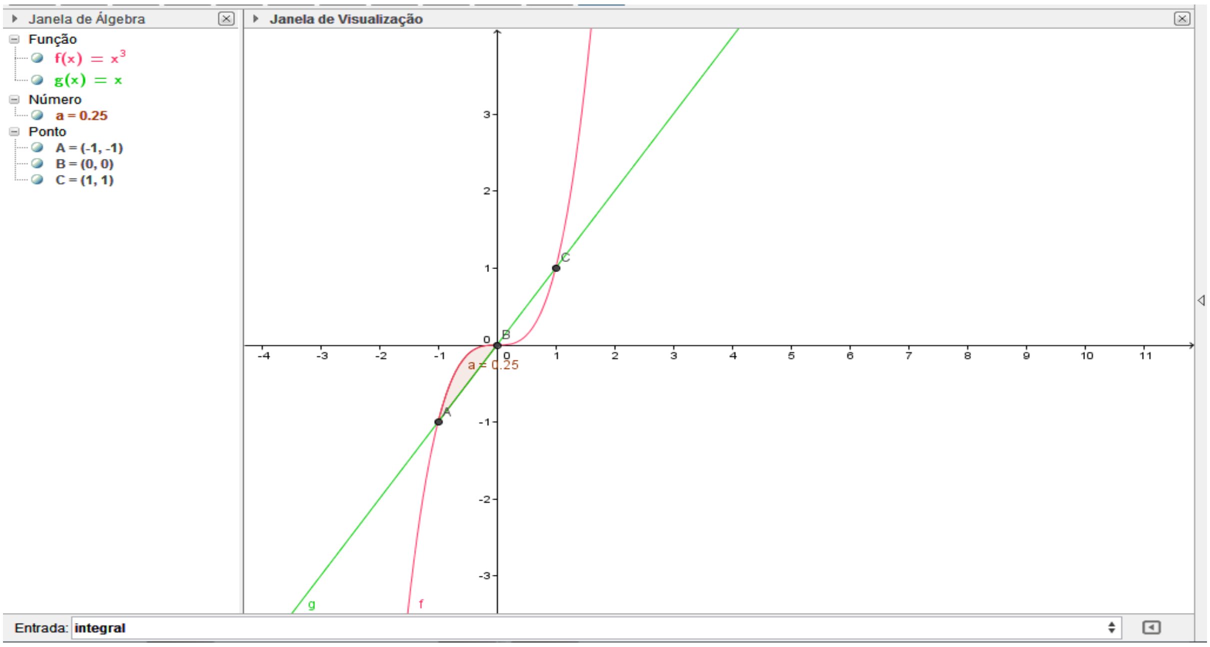
Repetir os mesmos passos dos exemplos anteriores, mudando apenas as funções e seus respectivos pontos de intersecções conforme ilustrado abaixo. Digitar: f(x)=x e g(x)=x^3.

Figura 25 – Gráfico das funções f(x) e g(x)



Fonte: Da autora (2014).

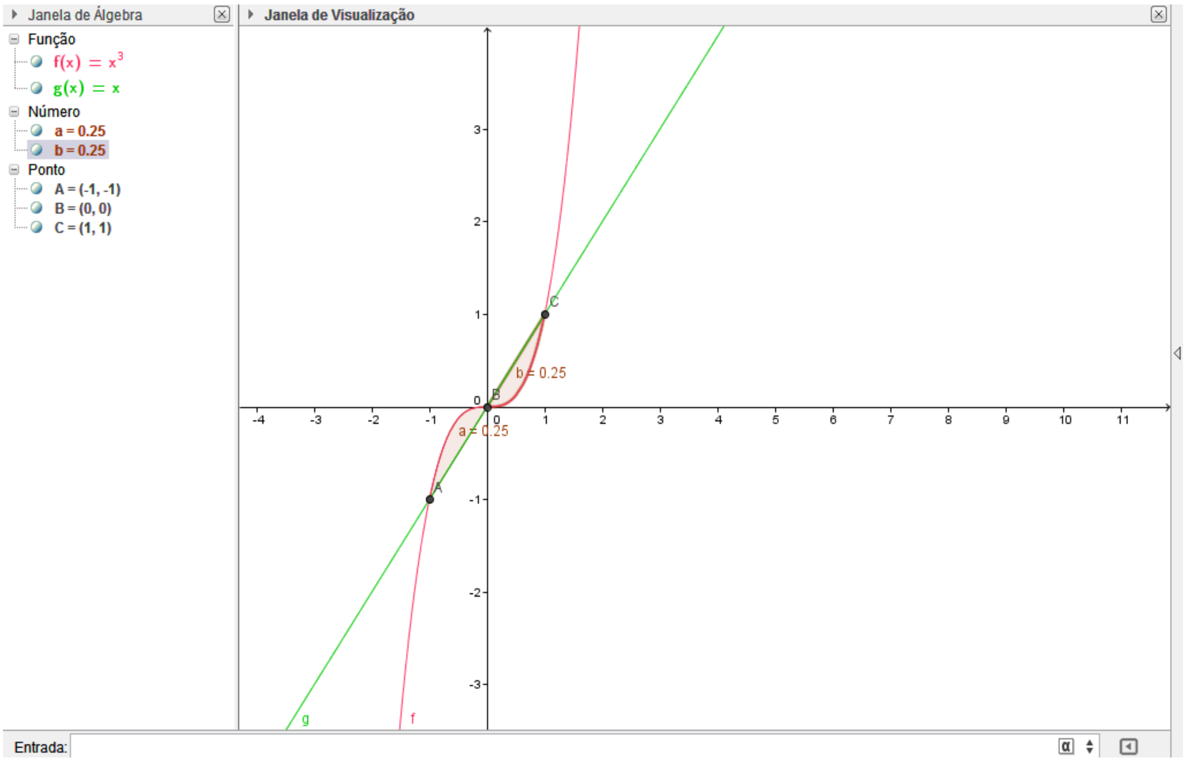
Figura 26– Marcação dos intervalos de integração



Fonte: Da autora (2014).

Nesse exemplo, ocorreram duas áreas, por isso será necessário fazer duas vezes o cálculo de área para “a” e depois para “b”, observando qual função deve vir primeiro conforme quem estiver em cima da esquerda para direita. Repetir passo 6.

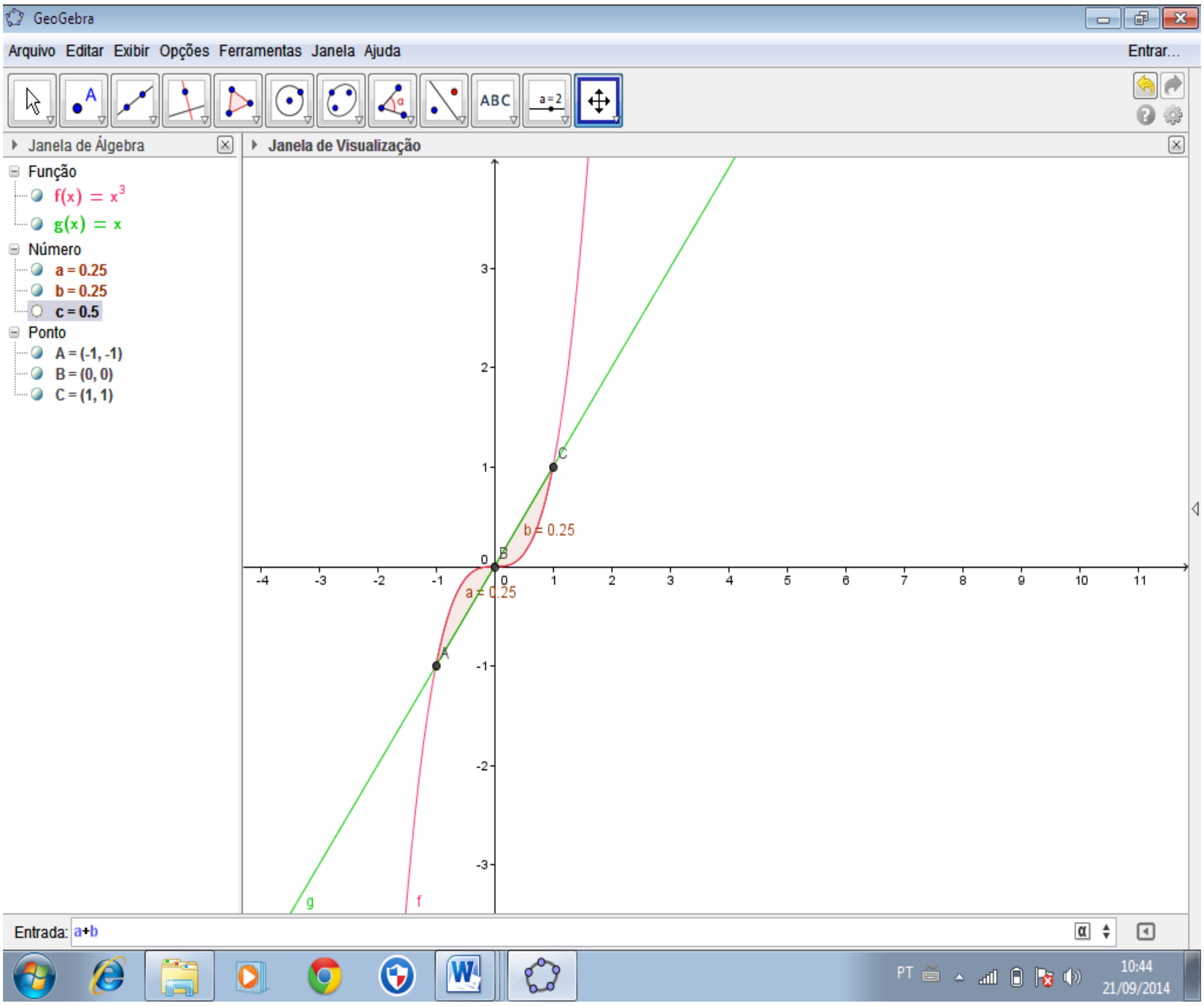
Figura 27 – Áreas a e b calculadas e sinalizadas no gráfico



Fonte: Da autora (2014).

Finalizando, somar as duas áreas a e b. Assim, digitar: a+b na caixa de entrada. A solução é c= 0,25 u.a, conforme figura abaixo:

Figura 28 – Solução do exemplo 3. A soma das áreas a e b



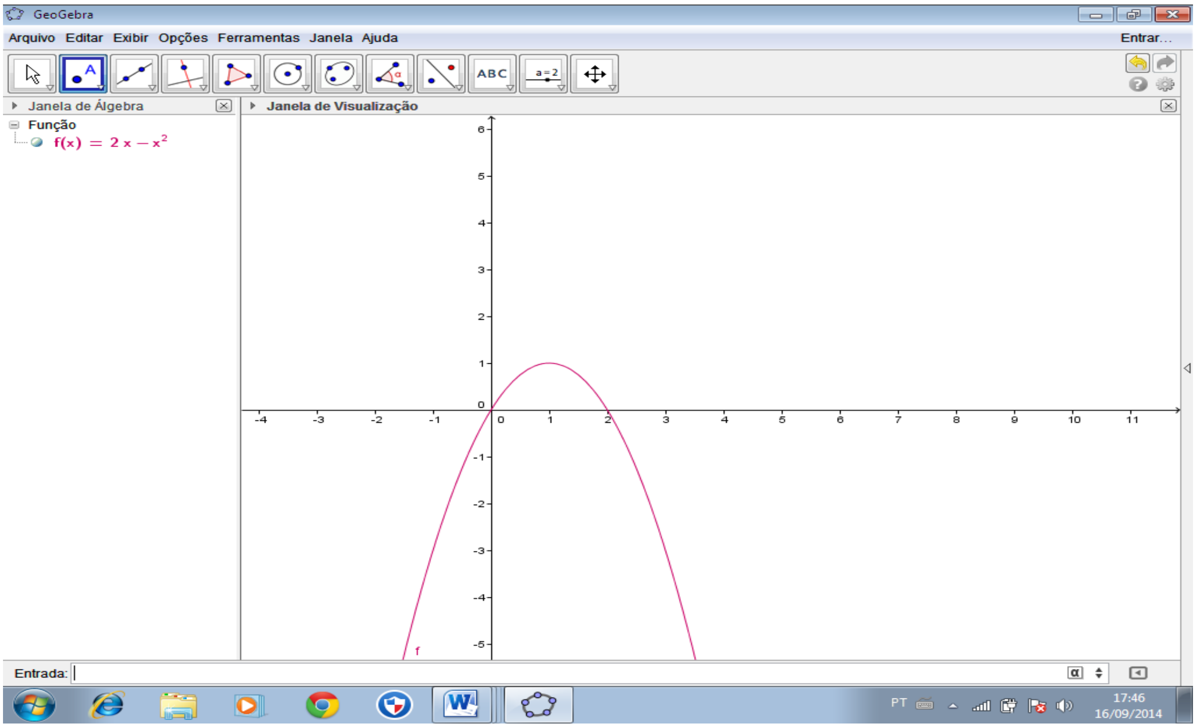
Fonte: Da autora (2014).

Exemplo 4: Encontre a área da região entre as parábolas $y = x^2$ e $y = 2x - x^2$ (STEWART, 2006, p.436, exemplo 2).

- **Passos e explicações da solução do exemplo**

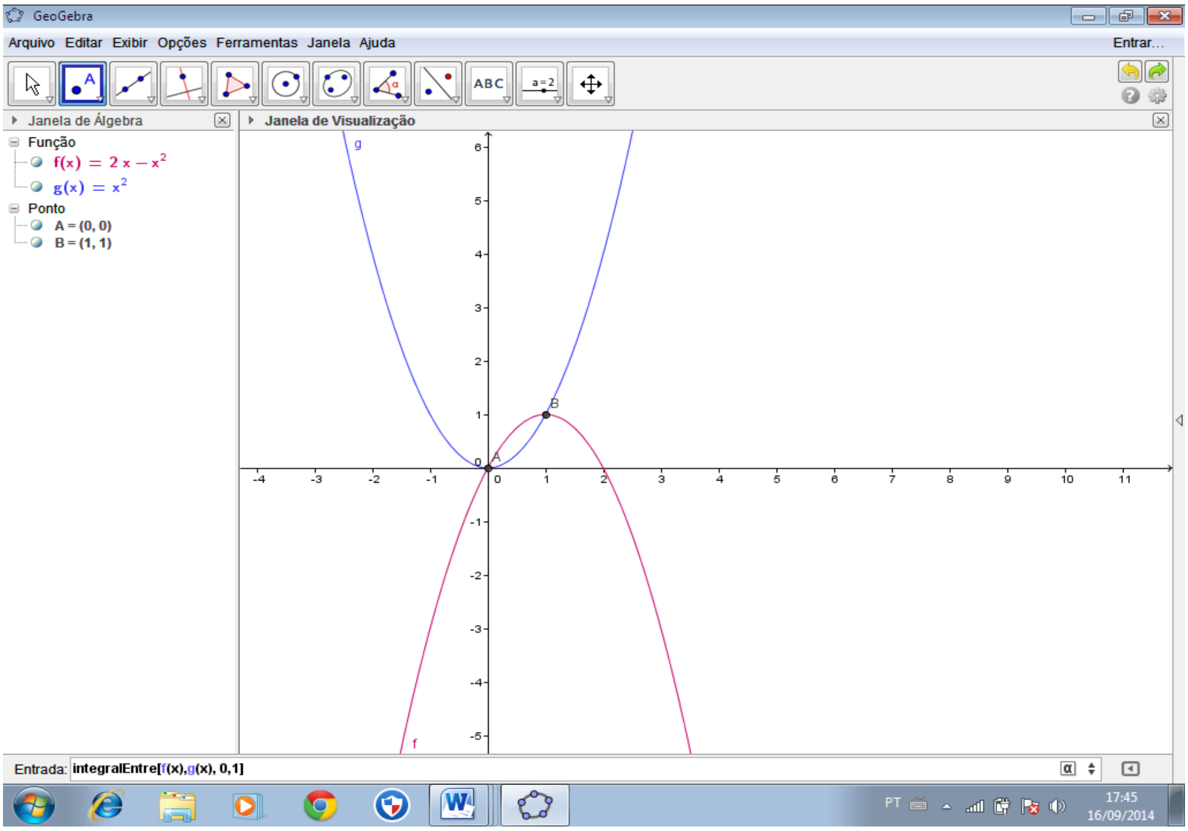
Repetir os mesmos passos dos exemplos 1 ou 2, mudando apenas as funções e seus devidos pontos de intersecções conforme ilustrado abaixo. Digitar: f(x)=x^2 e g(x)= 2*x-x^2.

Figura 29 – Gráfico f(x)



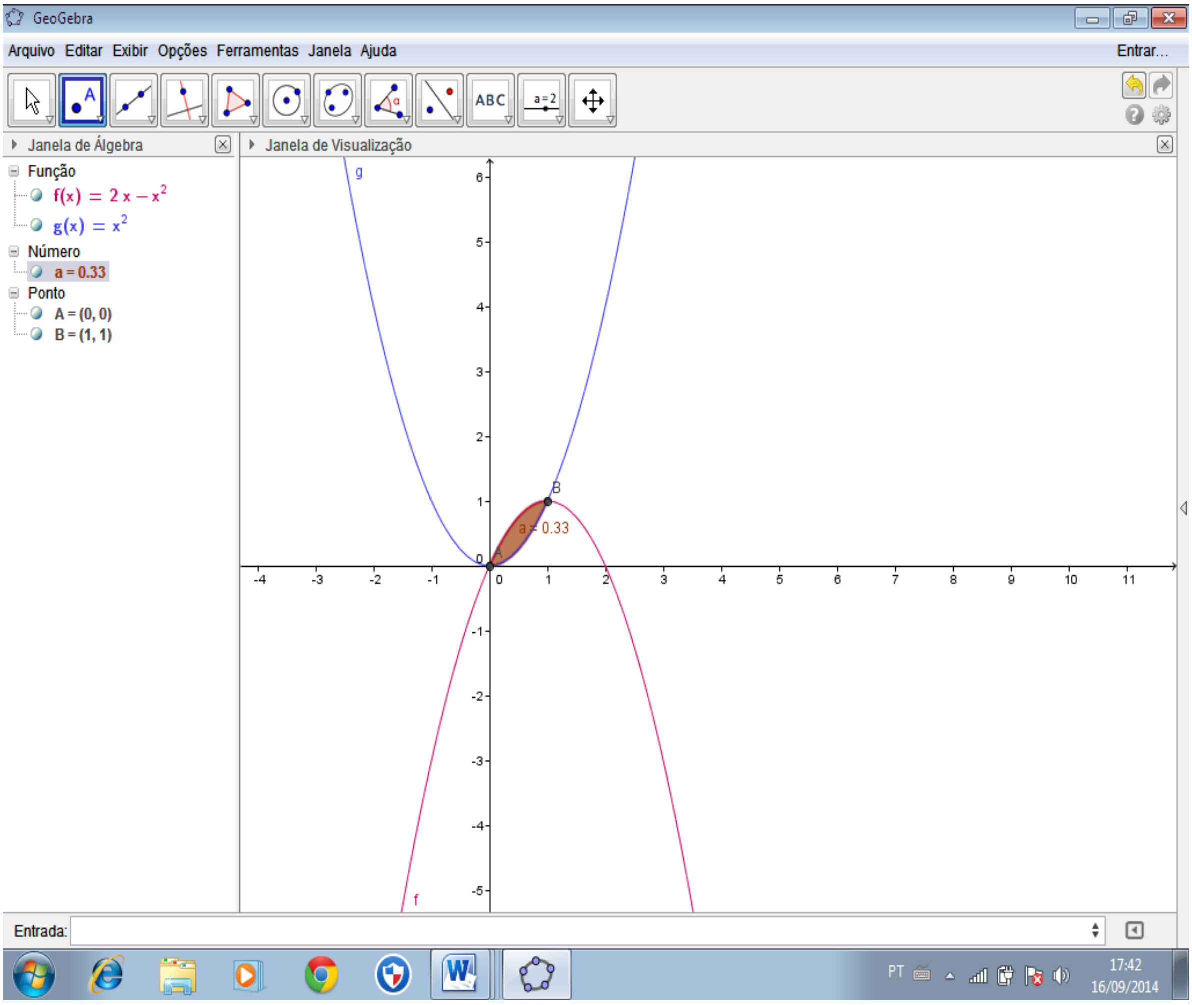
Fonte: Da autora (2014).

Figura 30 – Gráficos das funções f(x) e g(x) do exemplo 4



Fonte: Da autora (2014).

Figura 31 –Solução do exemplo 4



Fonte: Da autora (2014).

3. Encontro (setembro)

❖ Atividade 02

Consistiu em encontrar a área das funções utilizando o *software Matlab* para resolução de 5 problemas aplicados à integral, implementando funções de uma variável.

- **Objetivo**

Levar o aluno a aprender cálculos de área com integrais de uma função, utilizando um determinado *software*, a fim de se tornar uma ferramenta pedagógica. Além disso, mostrar aos alunos a facilidade e importância da utilização desse *software* para resolução de problemas com o intuito de agilizar a prática laboral do

Engenheiro da Computação sem cálculos manuais

- **Especificação e explicação da atividade**

Os alunos receberam cada problema por meio do e-mail específico da turma, criado no primeiro encontro. Nessa atividade, o tempo foi distribuído da seguinte maneira: 10 minutos para interpretação de cada problema; 15, resolução manual do problema;15, resolução no *software*; 10, discussão da atividade. Na aula anterior, eu lhes havia solicitado que providenciassem a devida instalação de seus notebooks com o software Matlab. Cabe lembrar que, na prévia feita no semestre 2014.1, na disciplina de Cálculo I, perguntei-lhes se possuíam essa ferramenta e todos responderam afirmativamente. Assim, o encontro foi realizado na sala de aula, onde, em dupla, dispuseram de um notebook com o devido *software* já instalado.

Inicialmente, expliquei-lhes a atividade 02. Logo após, eles interpretaram os problemas; em seguida, realizaram os devidos cálculos no caderno e finalizaram resolvendo o mesmo problema no *software Matlab.* Posteriormente, esclareci as suas dúvidas, apontei os erros cometidos e mostrei-lhes pelo data show a resolução de todos os problemas. Ademais, utilizei o quadro branco para retomar explicações. No final, fiz-lhes algumas perguntas:

a) Qual dos dois softwares vocês acharam mais fácil para realizar o cálculo?

b) E quanto à construção e visualização do gráfico?

c) Quais as diferenças observadas entre os *softwares Matlab* e *Geogebra*?

d) Quais as diferenças observadas entre o cálculo realizado manualmente e no *Matlab*?

e) Com a aplicabilidade do *Matlab*, foi mais fácil compreender os cálculos e a construção do gráfico manualmente?

f) O que vocês acharam de resolver problemas aplicados à integral?

g) O que vocês acharam de usar esse software aqui em Cálculo II?

Problema 1: Por várias semanas, o Departamento de Trânsito vem observando a velocidade dos veículos em determinado viaduto. Os dados sugerem que, entre 13 e 18 horas de um dia de semana normal, a velocidade dos veículos nesse viaduto seja de, aproximadamente, $V(t) = 2t^3 - 21t^2 + 60t + 40\ Km/h$, onde t é o número de horas transcorridas após o meio-dia. Calcule a velocidade média do tráfego entre 13 e 18 horas (HOFFMANN, 1984, p. 254, exemplo 4.1).

- **Passos e explicações da solução do exemplo**

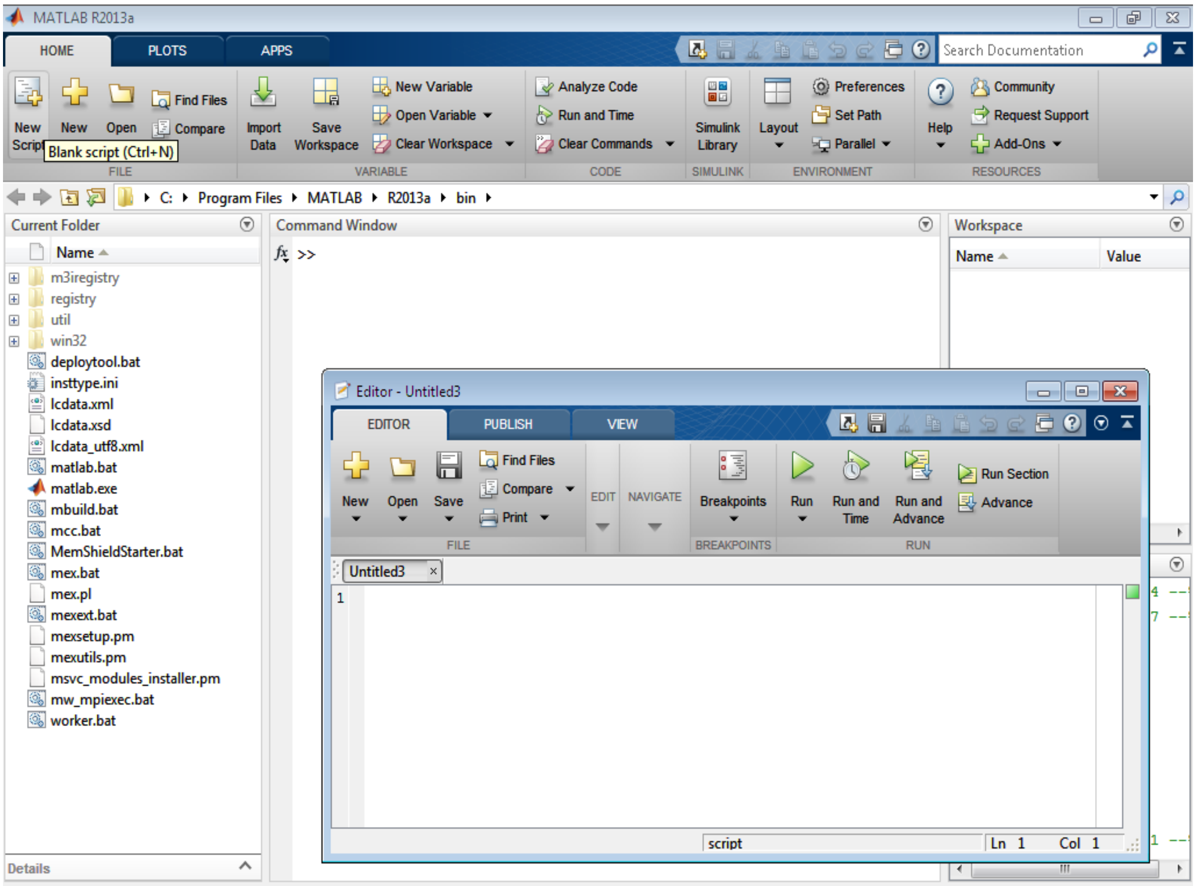
A velocidade média é calculada pela fórmula do valor médio que é:

$$v_m = \frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)dx \qquad (7)$$

✓ **Passo 1**

Primeiramente, abrir o *software Matlab* e a tela do editor (na barra de ferramentas, clicar em "new"):

Figura 32– Tela inicial e tela do editor do *software Matlab*



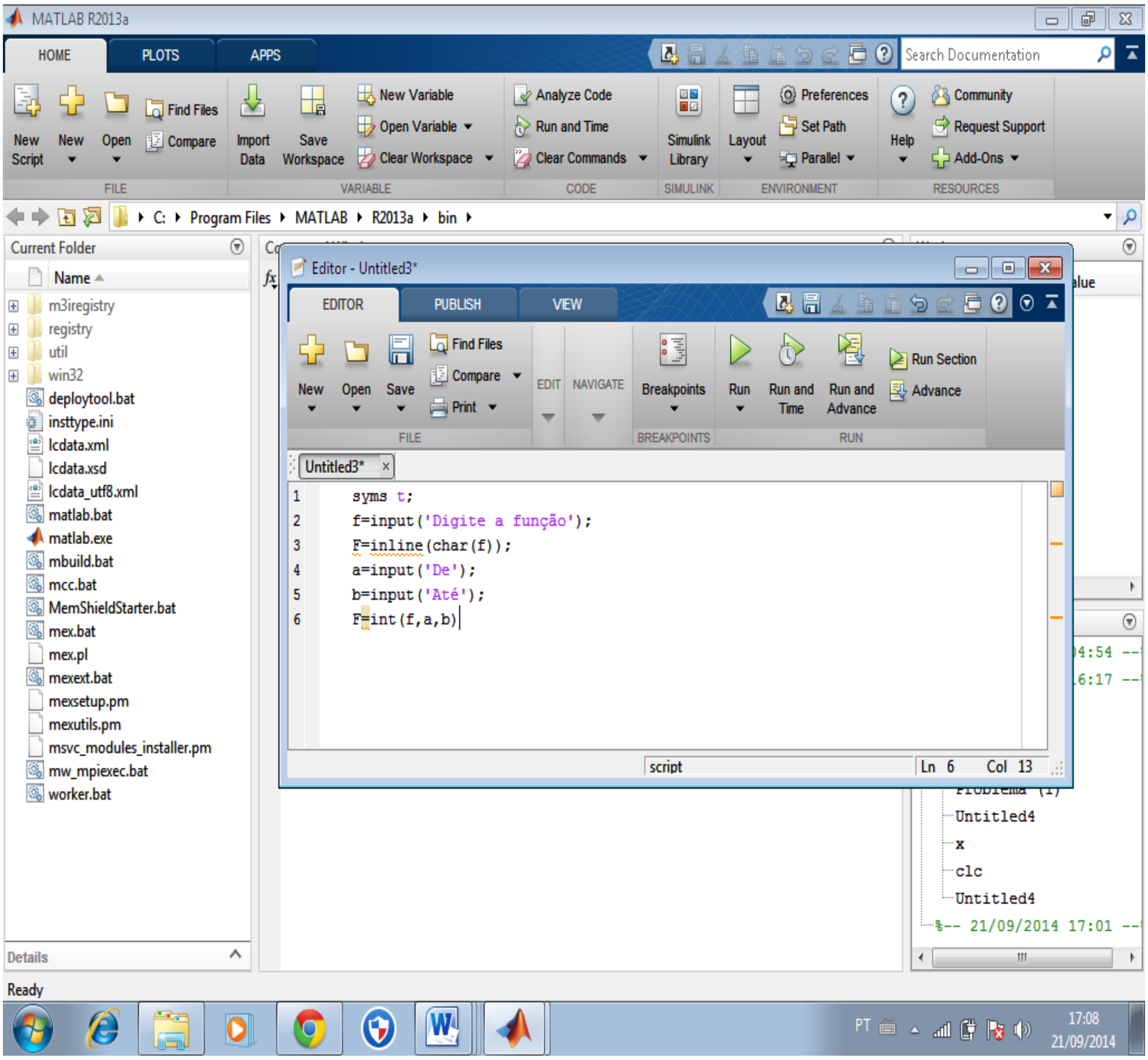
Fonte: Da autora (2014).

✓ **Passo 1**

Nessa tela do editor, digitar os comandos escritos em linguagem de programação exatamente como estão na caixa abaixo:

```
syms t ;
f = input ('Digite a função');
F = inline (char (f ) );
a = input ('De');
b = input ('Até');
F = int (f, a, b)
```

Figura 33 – Comandos na tela do editor da atividade 02 problema1



Fonte: Da autora (2014).

Abaixo o mesmo procedimento feito acima com os seus códigos e, ao lado, entre chaves, seus respectivos significados

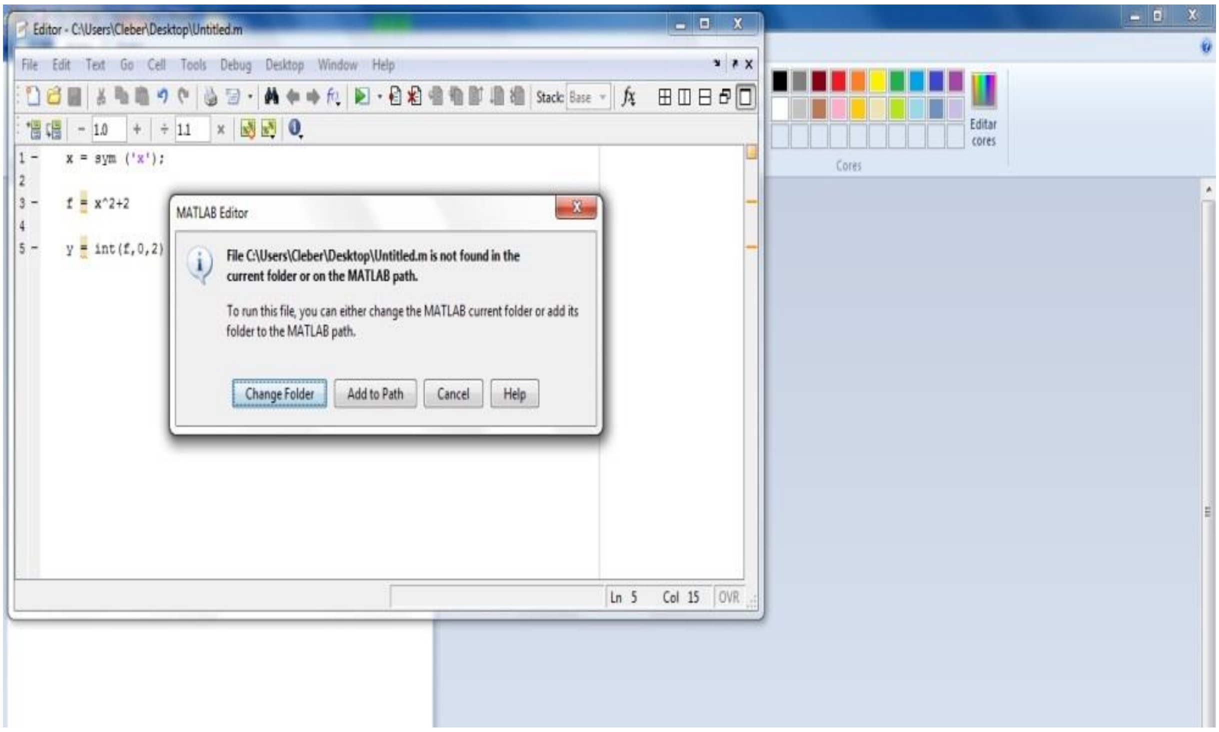
- syms t ; {a função "syms" serve para declarar uma variável, que, nesse exemplo, foi a letra t}
- f = input ('Digite a função'); {"input" serve para dar saída a um texto que fica entre aspas simples}
- F = inline (char (f)); {Declaramos uma variável F, demos um comando "inline", anunciamos um caractere do tipo "char": trata-se de um comando que seleciona somente uma letra, nesse caso o f}
- a = input ('De'); {o "input" foi usado novamente, pois desejamos que o usuário do programa saiba que o "a" serve para indicar onde começa o intervalo de integração}
- b = input ('Até'); {no "b", indica o término do intervalo}
- F = int (f, a, b); {o "int" é um comando no MATLAB que serve para calcular a integral}

Observação: Para não aparecerem as informações na janela principal do *Matlab*, coloca-se ponto e vírgula ao final de cada comando.

✓ **Passo 2**

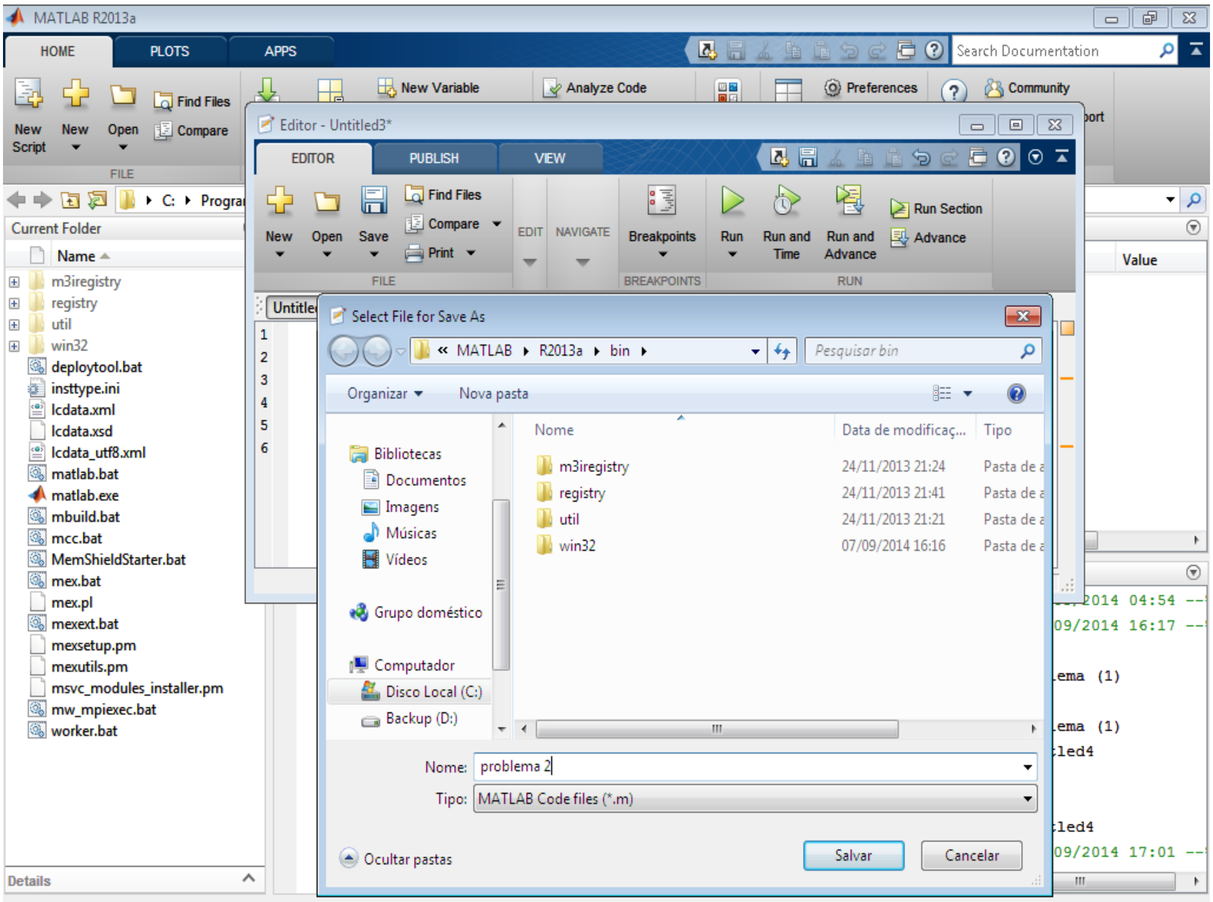
Desse modo, clicar em "Run" para copilar (rodar) o programa. Quando utilizado pela primeira vez, ele solicitará o salvamento da ação (*Change Folder*) e haverá um retorno à tela inicial do *Matlab*.

Figura 34 – Copilando o programa



Fonte: Da autora (2014).

Figura 35 – Salvando o problema 1



Fonte: Da autora (2014).

Observação: Se houver a emissão de um som, é sinal que aconteceu algum erro. Também poderá aparecer na tela principal do *Matlab* um aviso, com letras vermelhas, indicando onde ele ocorreu.

✓ **Passo 3**

Nessa tela, digitar a função seguida de "enter" e os intervalos de integração que estão sendo pedidos, como 'De' e 'Até', também seguidos de "enter". Então,

Digite a função: $1/5 * (2 * t^3 - 21 * t^2 + 60 * t + 40)$ (enter)

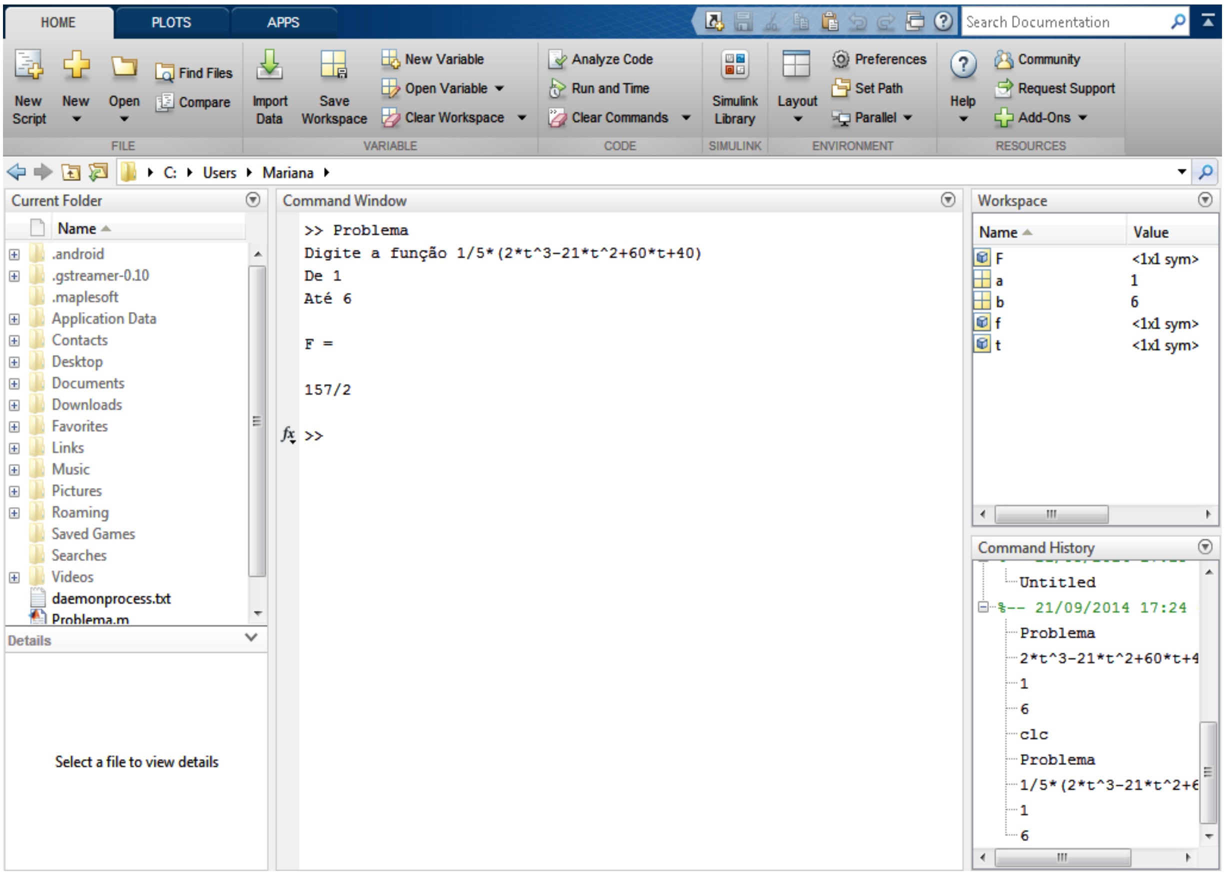
De 1 (enter) "O intervalo inicial"

Até 6 (enter) "O intervalo Final"

F=$\frac{157}{2}$ "Ele calculará a resposta"

A Solução do problema é: o valor da área igual a $\frac{157}{2} Km/h$. Observação: o resultado da solução no *Matlab* é dado em fração conforme a figura abaixo:

Figura 36 – Cálculos e solução do problema 1



Fonte: Da autora (2014).

Problema 2: O custo unitário *c* da fabricação de um produto durante um período de 2 anos tem por modelo $c = 0{,}05t^2 + 0{,}01t + 13{,}15, 0 \leq t \leq 24,$ onde *t* é o tempo expresso em meses. Obtenha uma aproximação do custo médio unitário por um período de 2 anos. (LARSON, HOSTETLER, EDWARDS, 1998, p.286, exemplo 7).

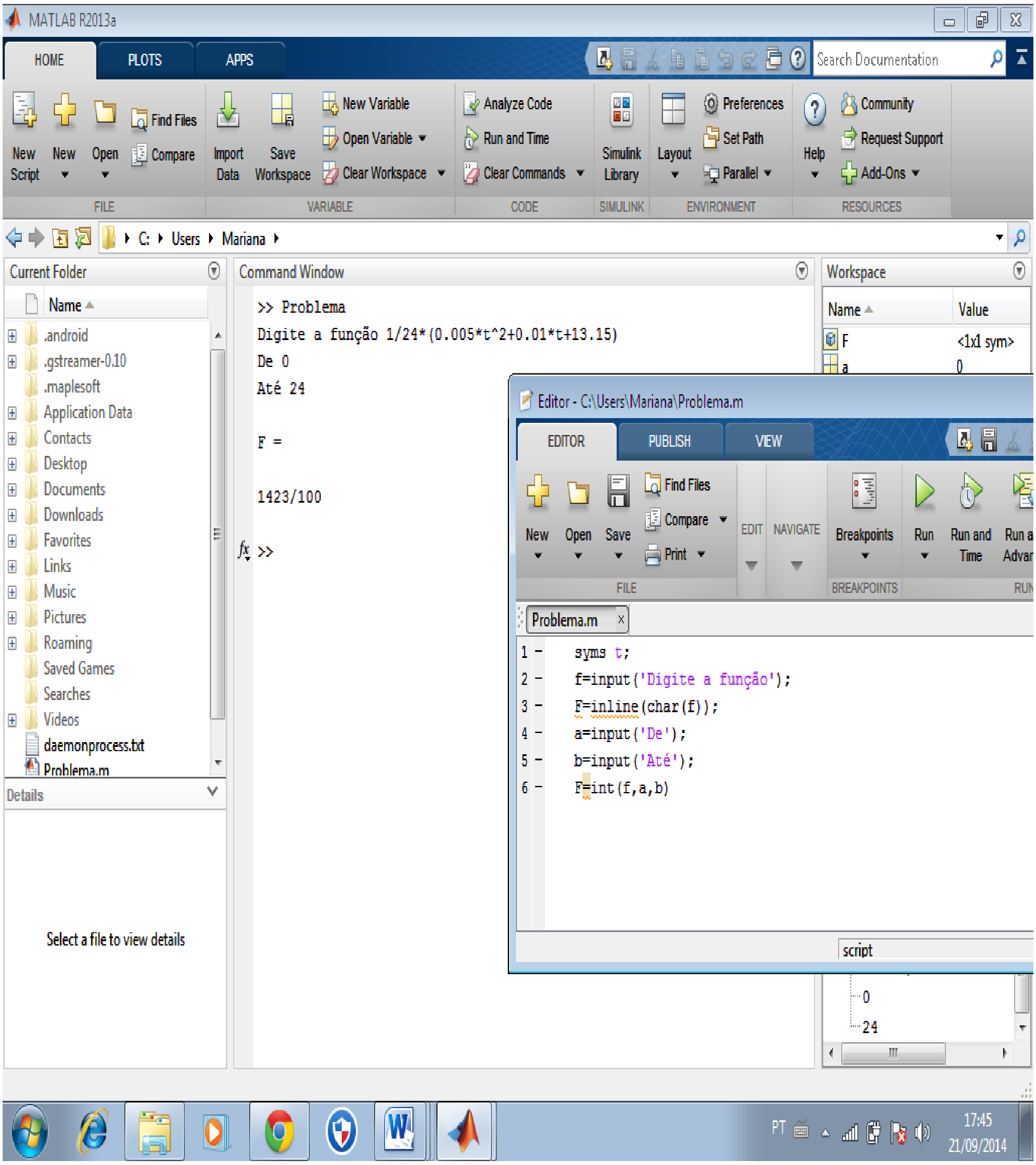
- **Passos e explicações da solução do exemplo**

O custo médio unitário também é calculado pela fórmula (7) do valor médio. Por isso, repetir os mesmos passos do problema 1, mudando apenas a função e o intervalo de integração. Como o custo médio pode ser achado pela integração de "c" sobre o intervalo de 0 até 24, utilizar a mesma fórmula do valor médio conforme ilustrado na figura abaixo:

Digite a função $1/24 * (0.05 * t^2 + 0.01 * t + 13.15)$ (enter)
De 0 (enter)
Até 24 (enter)
F= $\frac{1423}{100}$

Observações: Como foi resolvido no problema anterior, o *Matlab* não pedirá para salvar novamente. E como continuaremos com o mesmo tipo de resolução, podemos aplicar "run" novamente na tela do editor e ela pedirá uma nova função. Ou, digitamos "clc" na tela principal e tudo o que estava nela escrito será apagado. Em seguida, utilizaremos o mesmo código, por isso clicamos em "run".

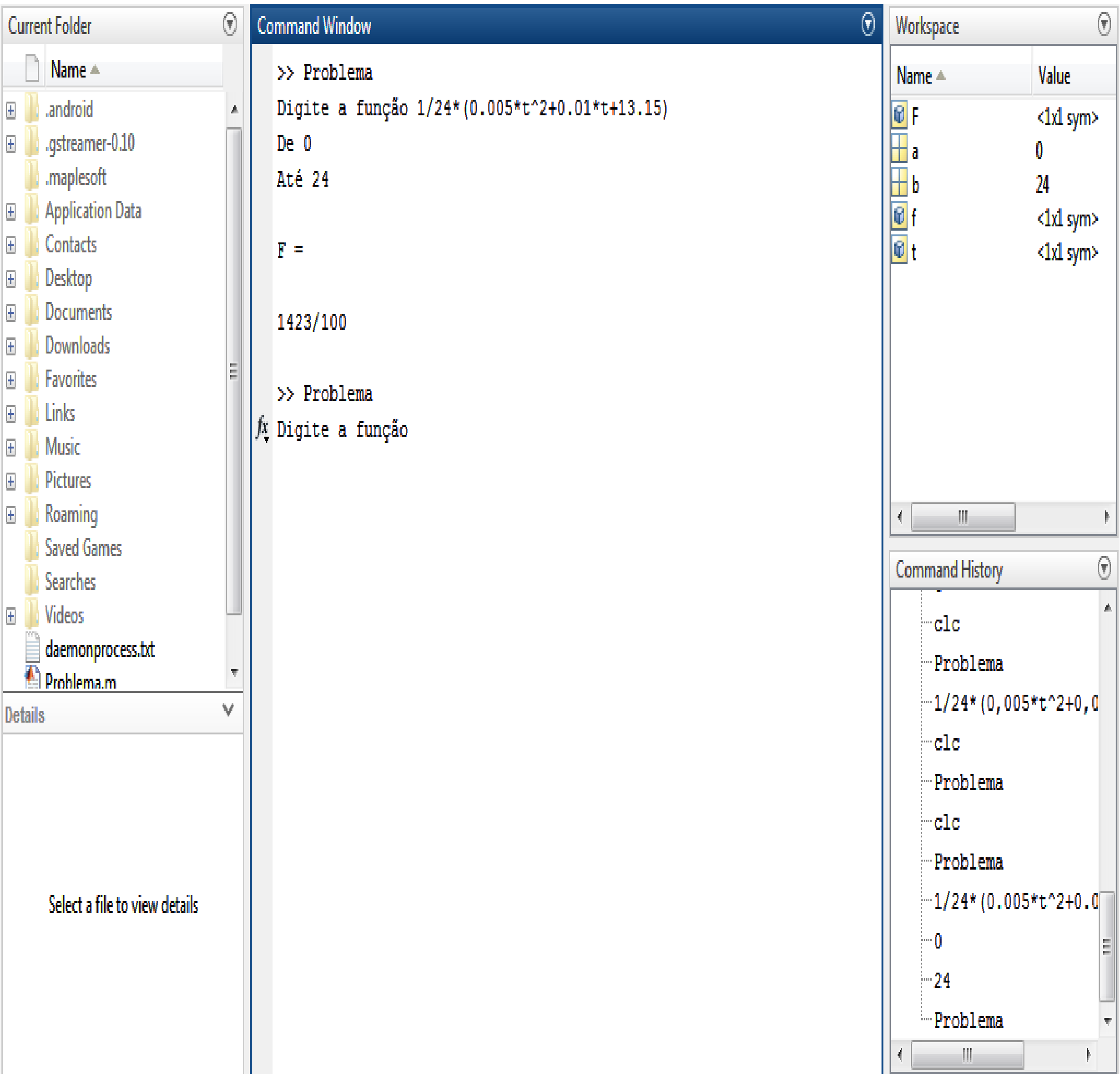
Figura 37 – Resolução do problema 2



Fonte: Da autora (2014).

Observação: Se quisermos utilizar na mesma tela outra resolução do mesmo problema, é só clicar em “run”. É preciso lembrar que temos que trocar o ponto e vírgula dos números decimais por ponto. Na figura abaixo, encontra-se a solução do problema: o valor da área é igual a 24 pessoas.

Figura 38 – Solução do problema 2



Fonte: Da autora (2014).

4. Encontro (setembro)

Nesse encontro, houve a continuidade da atividade 02, composta das resoluções dos problemas 03, 04 e 05; porém, sem a utilização da fórmula (7) do valor médio.

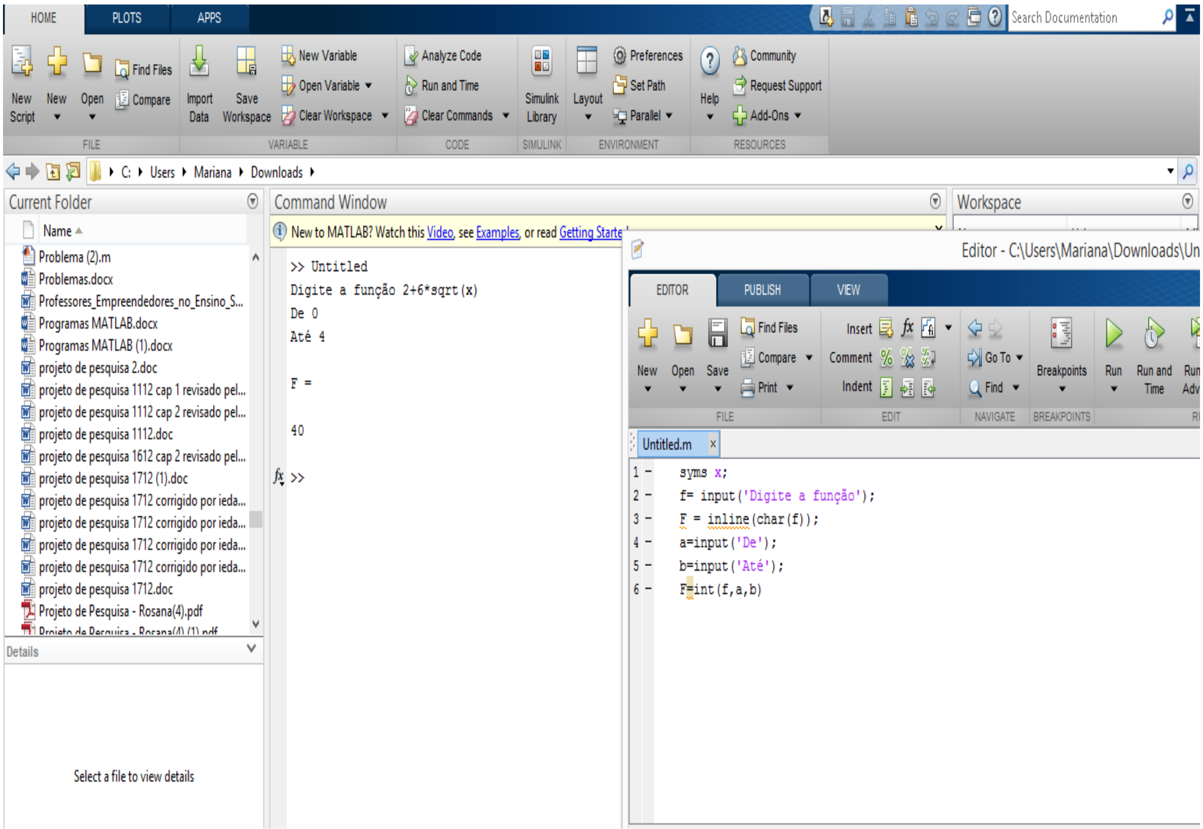
Problema 3: Um estudo indica que, daqui a *x* meses, a população de uma cidade estará crescendo a uma taxa de $2 + 6\sqrt{x}$ pessoas por mês. Em quanto a população crescerá durante os próximos 4 meses? (HOFFMANN; BRADLEY, 1999, p.273, exemplo 3.1).

- **Passos e explicações da solução do exemplo**

Repetir os mesmos passos do problema 1, mudando apenas a função. O intervalo de integração é de 0 até 4 e a variável de "t" para "x" conforme figura abaixo

Digite a função: $2 + 6 * sqrt\ (x)$(enter)
De 0 (enter)
Até 4 (enter)
F= 40 pessoas

Figura 39 – Resolução do problema 03 no software Matlab



Fonte: Da autora (2014).

Problema 4: Certo poço de petróleo, que fornece 300 barris de petróleo por mês, secará em 3 anos. Estima-se que, daqui a t meses, o preço do petróleo será $P(t) = 18 + 0{,}3\sqrt{t}$ u.m. por barril. Sendo o petróleo vendido tão logo é extraído do solo, qual será a receita total futura do poço? (HOFFMANN, 1984, p.249, exemplo 3.1).

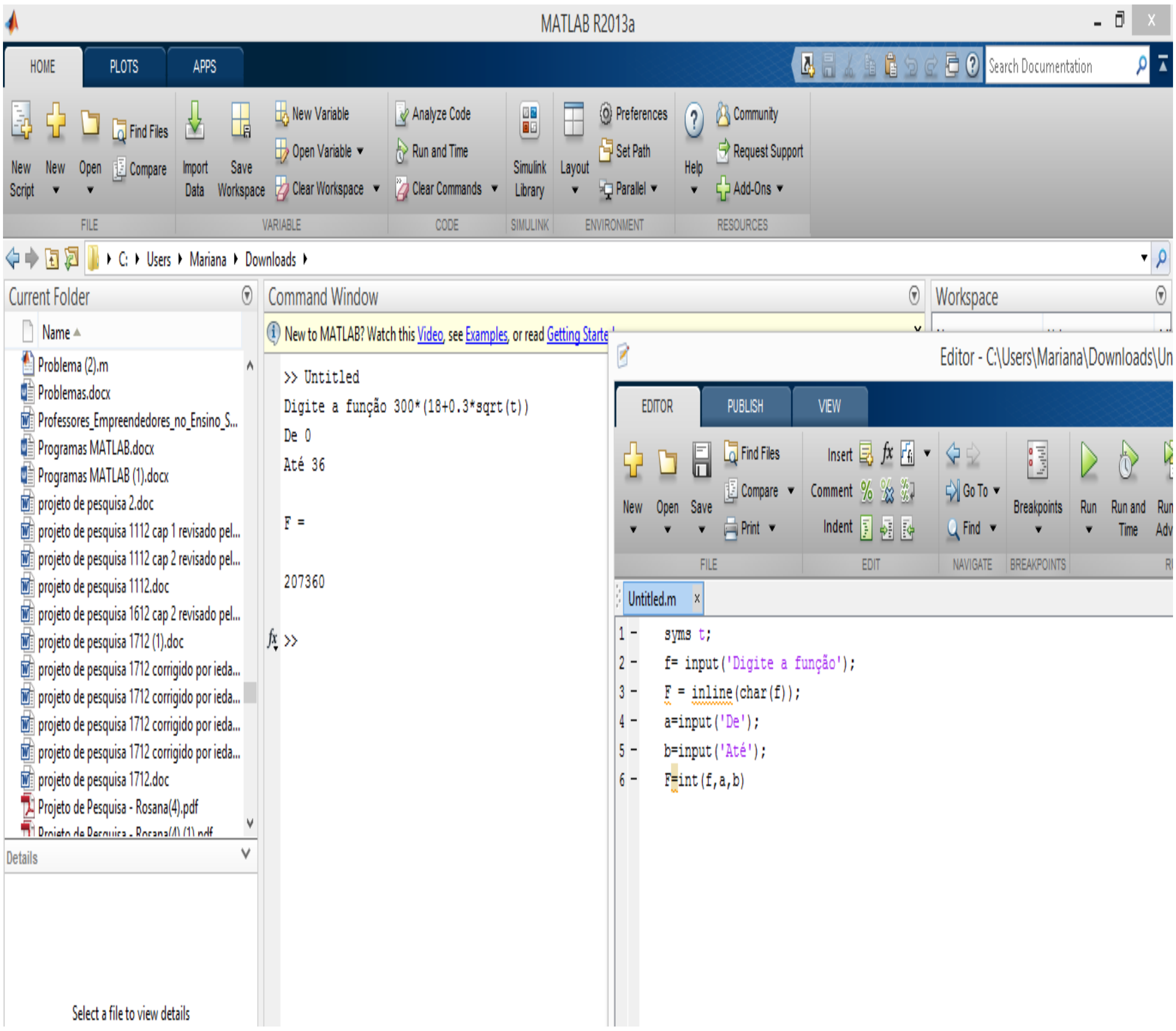
- **Passos e explicações da solução do exemplo**

Repetir os mesmos passos do problema 1, mudando apenas a função. O intervalo de integração é de 0 até 36 conforme figura abaixo:

Digite a função: $300 * (18 + 0.3 * sqrt\ (t))$ (enter)
De 0 (enter)
Até 36 (enter)
F= 207360

Na figura abaixo, encontra-se a solução do problema: o valor da área é igual a 207360 reais.

Figura 40 – Resolução do problema 4 no software Matlab



Fonte: Da autora (2014).

Problema 5: Em uma determinada fábrica, o custo marginal é de $3\,(q-4)^2$ u.m. por unidade, quando a produção é q unidades. Em quanto o custo de fabricação total aumentará se a produção for elevada de 6 para 10 unidades? (HOFFMANN; BRADLEY, 1999, p.273, exemplo 3.2).

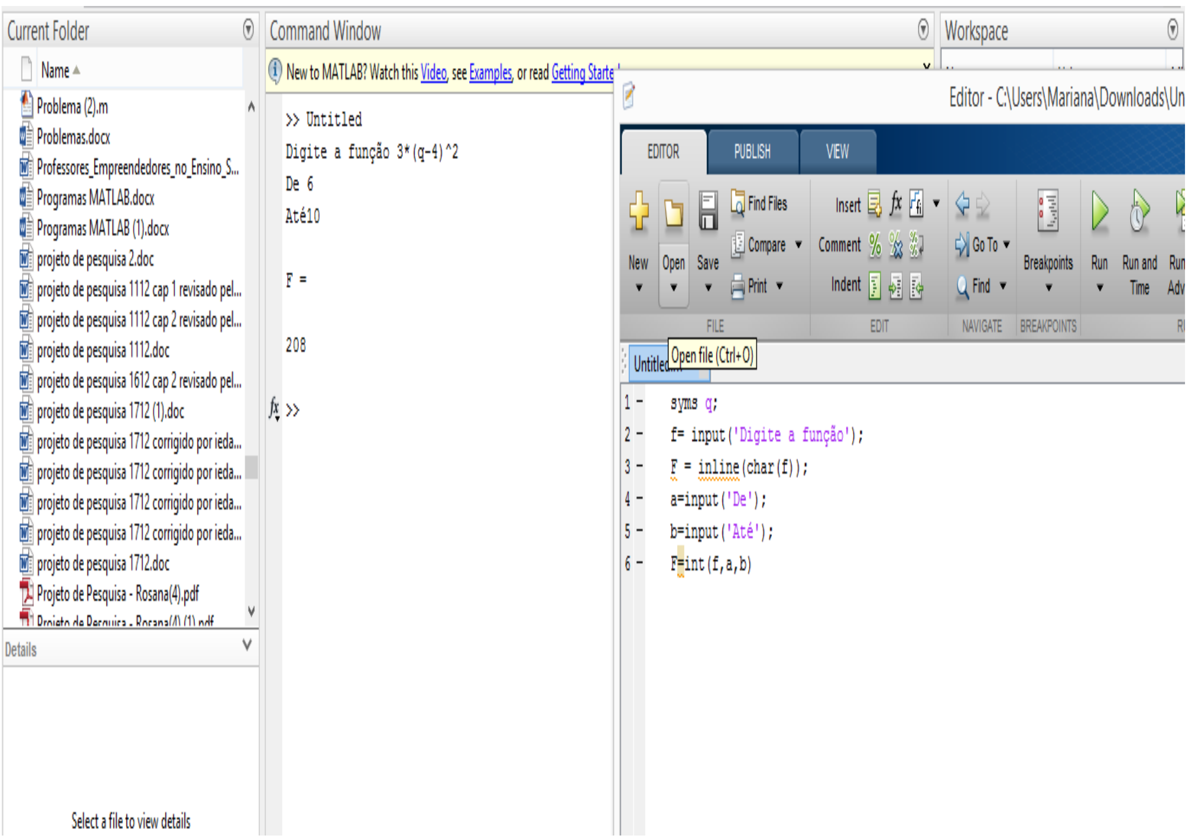
Passos e explicações da solução do exemplo

Repetir os mesmos passos do problema 1, mudando apenas a função. O intervalo de integração é de 6 até 10 e a variável de “t” para “q” conforme figura abaixo:

Digite a função: $3 * (q-4)^2$ (enter)
De 6 (enter)
Até 10 (enter)
F= 208 reais

Na figura abaixo, a solução do problema: o valor da área igual a 208 reais.

Figura 41 – Resolução do problema 05 no Matlab



Fonte: Da Autora (2014).

5. Encontro (setembro)

❖ Atividade 03

Discussão sobre o uso das tecnologias como recurso didático para estudo da disciplina Cálculo Diferencial e Integral II pelos alunos, verificando a veracidade dos mesmos.

- **Objetivo**

Sondar quais recursos metodológicos os alunos de Engenharia da Computação estudam para comprovar a forma de vida dos alunos.

- **Especificação e explicação da atividade**

A atividade foi realizada na sala de aula em forma de "u" para melhor distribuição dos alunos. Nesse encontro, a maioria deles afirmou que utilizava sites e preferia estudar por meio de vídeos. O fato comprova que eles utilizavam frequentemente as tecnologias. Abaixo, a transcrição de algumas citações:

Aluno 1: Óh! Tem um site chamado uapi.com.br, que disponibiliza algumas matérias online com relação a cálculo. Tipo assim, teve uma questão bastante interessante quando cheguei na faculdade, que foi a dificuldade que tive com relação a cálculo, por ter vindo de uma escola pública. E então, tem aquela questão de você chegar aqui e se deparar com as contas gigantescas e muitos complicadas. Tentei procurar alguns meios, tipo ficava meio grego pra mim, e recorri à internet. Achei esses *sites* que disponibiliza várias unidades que você baixar em PDF que ajuda e auxilia nessa questão de você estudar pra o cálculo. Então, esse *site* me ajudou bastante, acho que vocês podem acessar. No site tem a opção "material online" e você tem as unidades desde o início da faculdade. Achei muito legal, pelo fato que mostra bastante assunto, e mostra passo a passo, então foi muito interessante.

Pesquisadora: Você só estuda por este site?

Aluno 1: Tanto por ele, quanto *youtube* também, auxiliam muito, pela questão de você ter uma aula visual, então fica mais fácil.

Aluno 2: As aulas do *youtube* não sãos todos vídeos que são confiáveis. Eu e meu colega estudamos juntos. Ele ama estudar pela internet, principalmente pelo *youtube*. Se você for assistir o mesmo exemplo, em cada aula é diferente, não é por questão de explicação, é por que uns são professores que dão e outros são alunos. Você tem que ver a procedência e confiabilidade do profissional do vídeo.
Aluno 3: Acho que isso é uma questão de pesquisa também, antes de começar a estudar, você deve pesquisar bastante. Eu também sou a favor de estudar pelo

livro, pelo menos pra mim o vídeo, me ajuda bastante, isso é uma questão de pesquisa também, antes de você começar estudar

Aluno 2: Sou muito fã de livro. Eu confio literalmente em livro. E também utilizo a calculadora 50g.

Aluno 3: Também gosto de livro, mas prefiro o vídeo. No vídeo você pode pausar a aula e voltar quantas vezes for preciso além de voltar até onde você teve dúvida.

Aluno 2: Mas, não acho confiável, os mesmos exemplos, vários dão de maneiras diferentes. Não é didática da pessoa em si. Muitas vezes o vídeo está realmente errado e você não sabe qual deles você tem que confiar, entendeu? Por isso que a gente olha se ele é um profissional, professor realmente de cálculo que deu aquilo.

Aluno 4: É, achei no *yahoo* um *link* disponibilizando uma aula que utilizei e estava incorreto da forma que ele estava explicando. Achei muito, tipo: como é que você coloca o assunto lá e pessoas vão te auxiliar naquilo ali e vai estar de uma forma incorreta? Poderia te prejudicar caso você não tenha uma noção do que você está fazendo, ou se você não pegar aquilo ali e corrigir.

Aluno 5: O bom é tipo assim, já que você gosta de vídeo aula, você tem que estar com livro pra você confirmar. Tem livros que são mais algébricos, que tem exemplos melhores e tem uns que o exercício é mais fácil pra você aprender. Vai da linguagem do livro que você se adapta.

Aluno 6: Assim, gosto dos vídeos aulas. Mas, vou discordar um pouquinho de minha colega, por que também tem a área abaixo do vídeo que você tem como comentar ou então deixar alguns comentários, muitas vezes a maioria dos comentários são de professores que estão seguindo na área, caso você tenha alguma dúvida do vídeo você pergunta a própria pessoa que postou o vídeo que pode lhe responder ou, então, outras pessoas que têm um conhecimento maior também pode responder.

Aluno 7: E se tiver um erro muito grosseiro no vídeo, geralmente alguém percebe e alguém comenta.

Aluno 8: Conforme as pessoas vão avaliando, você vai tirar uma base destes comentários.

Aluno 9: Pra mim, celular é da hora. Baixo esses vídeos aulas do *youtube* no meu celular e aí assisto a hora e em qualquer lugar. É bem mais prático. Já reparei alguns erros e até pensei em comentar nos vídeos, mas já havia comentários que as correções já tinham sido feitas.

Aluno 10: Eles não apagam o comentário, então tá lá acessível para qualquer pessoa ver se confundir e a maioria das pessoas não olham os comentários.
Pesquisadora: Realmente existem sites confiáveis ao qual vocês podem estudar. Aconteceu um problema no semestre passado que alguns alunos tiraram zero na

prova e vieram me questionar: professora, mas na internet está igualzinho o que fiz na prova professora, ensinei meus colegas também. Mas, a questão estava totalmente resolvida incorretamente.

Aluno 11: Fui eu um dos que tiraram zero. Então assim, quando fui explicar que o site não era confiável, os alunos tomaram até um susto. Realmente, temos que tomar cuidado. Me ferrei. Por isso, tô repetindo de novo Cálculo II.

6. **Encontro (setembro)**

Nesse encontro, houve uma palestra em sala de aula, cujo orador foi um professor da disciplina de Robótica e também coordenador do Curso de Engenharia da Computação da FAINOR. A princípio, combinou-se que ele apresentaria um robô em forma de braço para demonstrar a aplicação de uma integral. Porém, dois dias antes do evento, ao voltar da competição de robótica em São Paulo, essa ferramenta foi danificada e, devido à falta de peças, foi impossível consertá-la, o que só aconteceria um mês depois. Por isso, o docente decidiu substituí-la por outra, mais simples, o que não impediu que a amostra e a explicação se concretizassem.

Além disso, o professor palestrante apresentou 3 vídeos de curta duração e alguns slides focando o papel atual da robótica no Brasil e no mundo. Em seguida, no quadro branco, realizou uma breve explanação sobre essa ferramenta e sua utilização na integral, além de algumas explicações referentes ao cálculo desta. No final, aconteceu um debate entre mim, o professor e os alunos, oportunizando a estes uma maior compreensão com referência ao Engenheiro da Computação.

Professor de Robótica: Trouxe um robô físico para vocês em uma plataforma para controle como se fosse a roda de um robô. A junta de um robô, seria a parte que interliga dois elos que seria um laço de um dispositivo mais complexo. Mas, antes de chegar nessa explicação e onde chega o nosso cálculo, a nossa integral chega a ser utilizada. Quero mostrar pra vocês alguns vídeos para que vocês tenham um conhecimento de como está a robótica hoje no Brasil e no mundo.

7. **Encontro (setembro)**

❖ **Atividade 04**

Essa atividade consistiu em apresentações das equipes 01, 02 e 03 sobre a construção de um *software* ou um *hardware* utilizando algum cálculo de integral. Ato contínuo, ocorreu a amostra do funcionamento deste com explicações e apresentação de *slides*. Além disso, convidei o professor [...] da disciplina Linguagem de Programação I para assistir a essas apresentações e verificar a veracidade da linguagem de programação por eles utilizada.

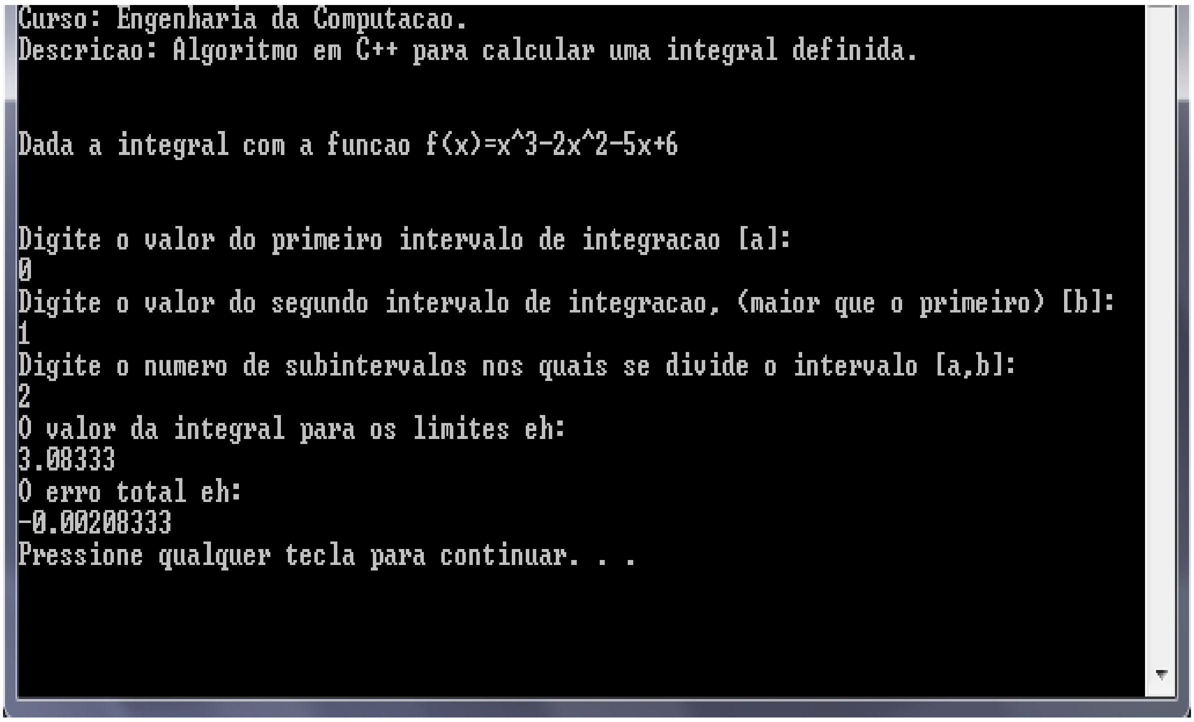
- **Objetivo**

Promover ao aluno uma atividade na qual seria construído um *software* ou *hadware,* vivenciando, assim, a prática laboral do Engenheiro da Computação durante a graduação. Além disso, questionar os sentimentos, interesses e estudos que realizaram nessa atividade.

- **Especificação e explicação da atividade**

Seu desenvolvimento aconteceu na sala de aula e o tempo para a apresentação foi distribuído entre as 3 equipes. Estas utilizaram o data show para as explicações e o quadro branco para demonstração dos cálculos utilizados. Ao término de cada exposição, o grupo foi questionado. Posteriormente, constatei que foi a atividade que mais apreciaram e que estudaram além do assunto contido na ementa da disciplina. A equipe 1 construiu um *software* para calcular a área das funções utilizando a integral definida.

Figura 42 – Software construído pela equipe 1



Fonte: equipe 01. Alunos da FAINOR (2014).

A equipe 2 produziu um *hardware* cuja proposta envolvia o controle de luminosidade em ambientes internos com a utilização do sistema de controle PID (Proporcional Integral Derivativo) visando à economia de energia. O gasto diário em um ambiente fechado era, no mínimo, 0,8 kWh (lê-se quilo-watt-hora), agregando um custo médio mensal de R$ 7,20 por lâmpada ligada. De fato, a proposição do controle de luminosidade pretendia atender e automatizar um controle do ambiente com a lâmpada interna e a luz natural solar, o que poderia gerar uma economia de, no mínimo, 50% nos custos com iluminação conforme demonstra a figura abaixo:

Por sua vez, a equipe 3 construiu um *software* capaz de calcular a área de uma função quadrática no intervalo entre suas raízes e fornecer as informações necessárias para gerar o gráfico usando uma integral definida. Na criação do *software* utilizando o editor de texto Notepad++, escreve-se as marcações em HTML para dividir os conteúdos em bloco, podendo ser posteriormente manipulado e atribuir valores semânticos. Ademais, foi empregada a linguagem de programação PHP, JavaScript e suas bibliotecas. O citado *software* funcionou perfeitamente, e foi uma maneira rápida de encontrar a área da função e facilitar o cálculo. Ele se encontrava no site promocoesfainor.com.br/calculo.

8. Encontro (setembro)

Nesse encontro, as equipes continuaram suas apresentações, e o professor [...] da disciplina Algoritmo de Programação esteve novamente presente a fim de averiguar a veracidade da linguagem de programação utilizada pela turma. A princípio, estavam programadas as participações das equipes 04 e 05; entretanto, a última não expôs seu trabalho devido à falta de alguns de seus integrantes; ademais, o programa se encontrava com um dos ausentes. Ofereci-lhe a chance de apresentá-lo em outro dia, porém ninguém do grupo demonstrou interesse. Cabe destacar que esses alunos acabaram desistindo de cursar a disciplina de Cálculo II no referido semestre.

9. Encontro (outubro)

- **Atividade 05**

Essa atividade envolveu a resolução de um problema específico da prática laboral do Engenheiro da Computação com a utilização do *software Matlab*. No final, os alunos questionaram a Engenheira 01.

- **Objetivo**

Mostrar aos alunos como os *softwares* pertence a forma de vida dos engenheiros da computação e a importância da utilização do *software Matlab* como ferramenta pedagógica para a resolução de problemas específicos da atividade laboral do Engenheiro da Computação. Outrossim, oportunizar aos alunos o esclarecimento de dúvidas junto à Engenheira 01 referentes à sua profissão.

- **Especificação e explicação da atividade**

Seu desenvolvimento ocorreu na sala de aula e envolveu a utilização de um *notebook* em dupla, formada por um aluno da disciplina de Cálculo Diferencial e Integral e um da de Análises de Sinais, ambos pertencentes ao 6º semestre do Curso de Engenharia da Computação da FAINOR, ministrado pela Engenheira 01. Sua elaboração teve o intuito de tratar o assunto integral de convolução ensinado na disciplina de Análises de Sinais.

Primeiramente, a professora Engenheira 01 explicou resumidamente o assunto sinais e integral de convolução para favorecer um melhor entendimento aos meus alunos. Considerando que ela desenvolvia projetos de balanceamento do motor elétrico para a Empresa [..], que os financiava na área de automação na Faculdade [...] em Salvador, e com base na prática laboral dessa profissional, elaboramos um problema para verificar se o motor elétrico estava balanceado. A docente iniciou pela apresentação dos gráficos e explanação sobre o processo da integral de convolução feitos no *software* no *CorelDRAW*. Em seguida, explicou, no quadro branco, o sinal contínuo no tempo, mostrando a diferença entre este e um discreto.

Segundo a nomeada engenheira, a escolha por um sinal contínuo se justificava por não haver espaçamento entre os pontos da função e, por isso, utilizou o cálculo da área de integral. A solução do problema exigia da pessoa um conhecimento prévio sobre integral convolução, assunto estudado no 6º semestre de Engenharia da Computação na disciplina de Análise de Sinais. Assim, ela realizou uma breve explanação com o intuito de familiarizar os alunos com o tema. Em seguida, estes o resolveram no *software Matlab*.

A figura abaixo possibilita um melhor entendimento de um motor elétrico, ao qual usamos no problema.

Figura 43 – Motor elétrico

Fonte: Da Engenheira 01 (2014)

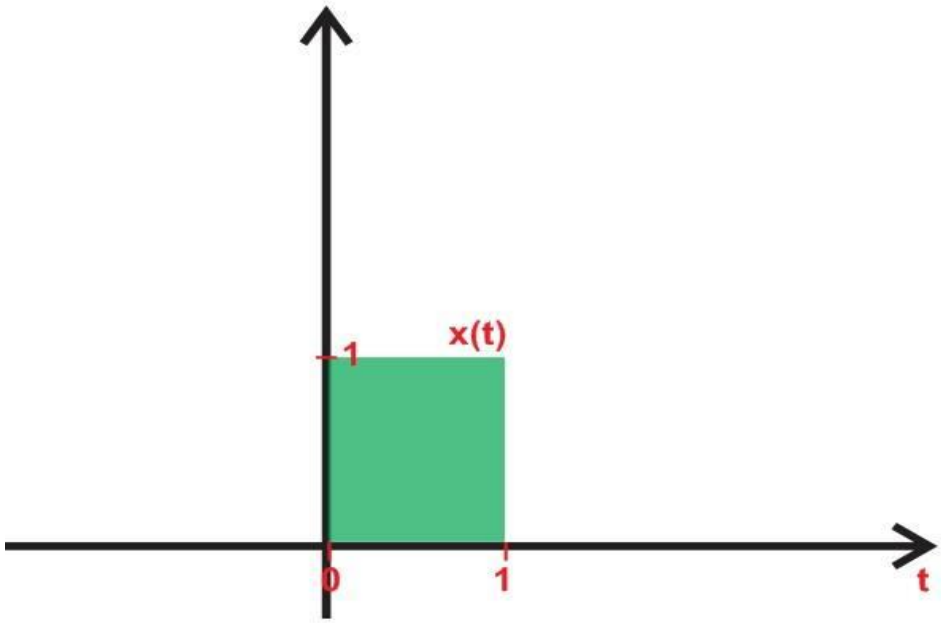
Problema: Temos uma torre de perfuração de petróleo ligada a uma bomba mecânica e a um motor elétrico que está conectado a um computador. Por meio deste, é possível armazenar alguns dados sobre o funcionamento do motor, como a velocidade, corrente elétrica e potência. Assim, temos um sinal de entrada que será o esforço resultante exercido pelo motor. Então, esse sinal de entrada representará a leitura dos valores da amplitude do motor em função do tempo do seu funcionamento. Por meio de um computador conectado a um motor elétrico, esses dados são lidos em tempo real. A planta utilizada é uma unidade de bombeio mecânico (essa unidade é responsável para extrair petróleo do reservatório), que realiza um movimento rotacional, gerando um ciclo de 360º, produzindo um gráfico que é o sistema correspondente ao número de ciclos que o motor esteve funcionando em função do tempo. Então, verificar se esse motor está balanceado

(Engenheira 01, 2014).

- **Passos e explicações da solução do exemplo**

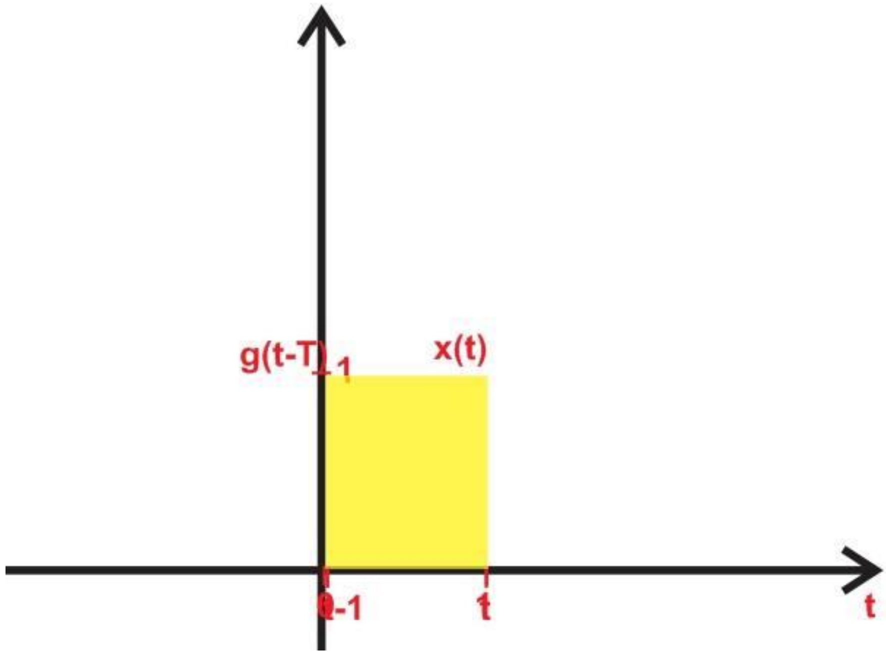
Primeiramente, construíram-se os gráficos1 e 2, abaixo transcritos, propostos pela Engenheira 01 para verificar se o motor elétrico estava balanceado.

Figura 44 – Gráfico1: Entrada X x(t) por s



Fonte: Engenheira 01 (2014).

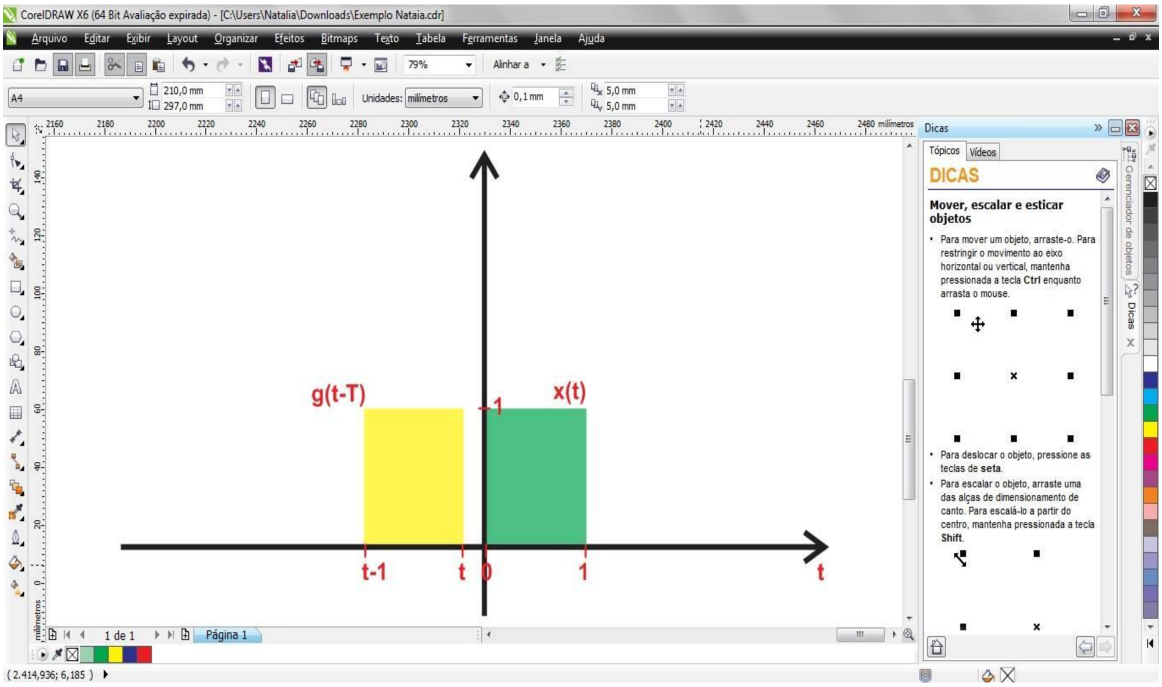
Figura 45 – Gráfico 2:sistema X g(t) por s



Fonte: Engenheira 01 (2014).

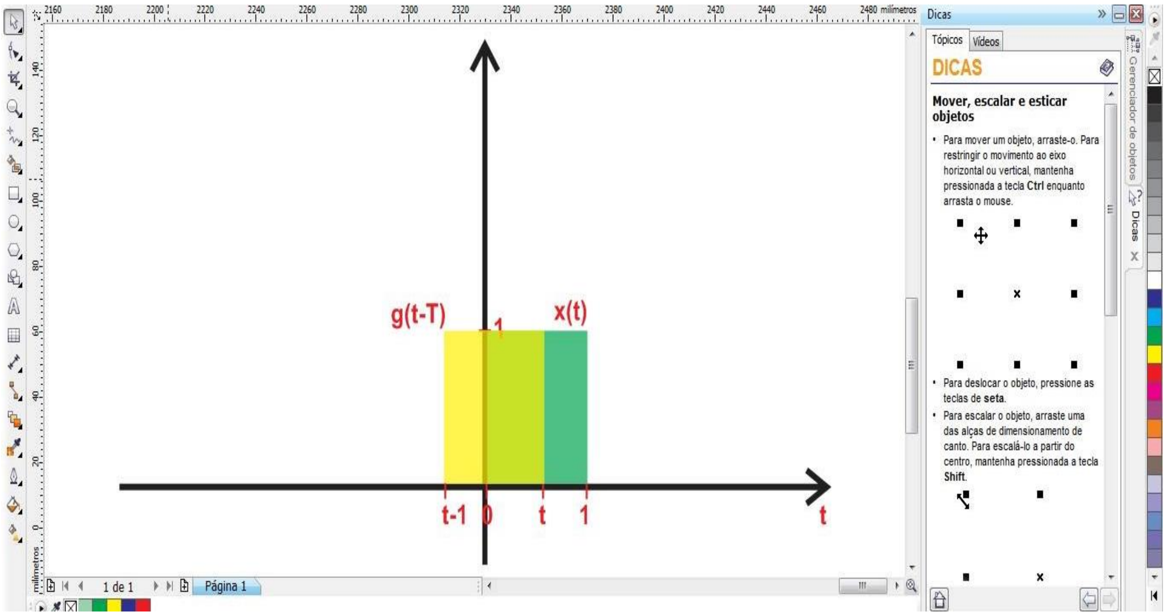
De acordo com a explicação da Engenheira 01, o processo de convolução agregou o sistema de entrada, inverteu-o e, em seguida, deslocou-o no tempo. E assim, atravessou o sinal de entrada, resultando no sinal de saída, que, dependendo do valor, seria possível conferir se o motor elétrico estava balanceado. As ilustrações abaixo demonstram essa viabilidade:

Figura 46 – Gráfico 3: Entrada deslocando-se no sistema



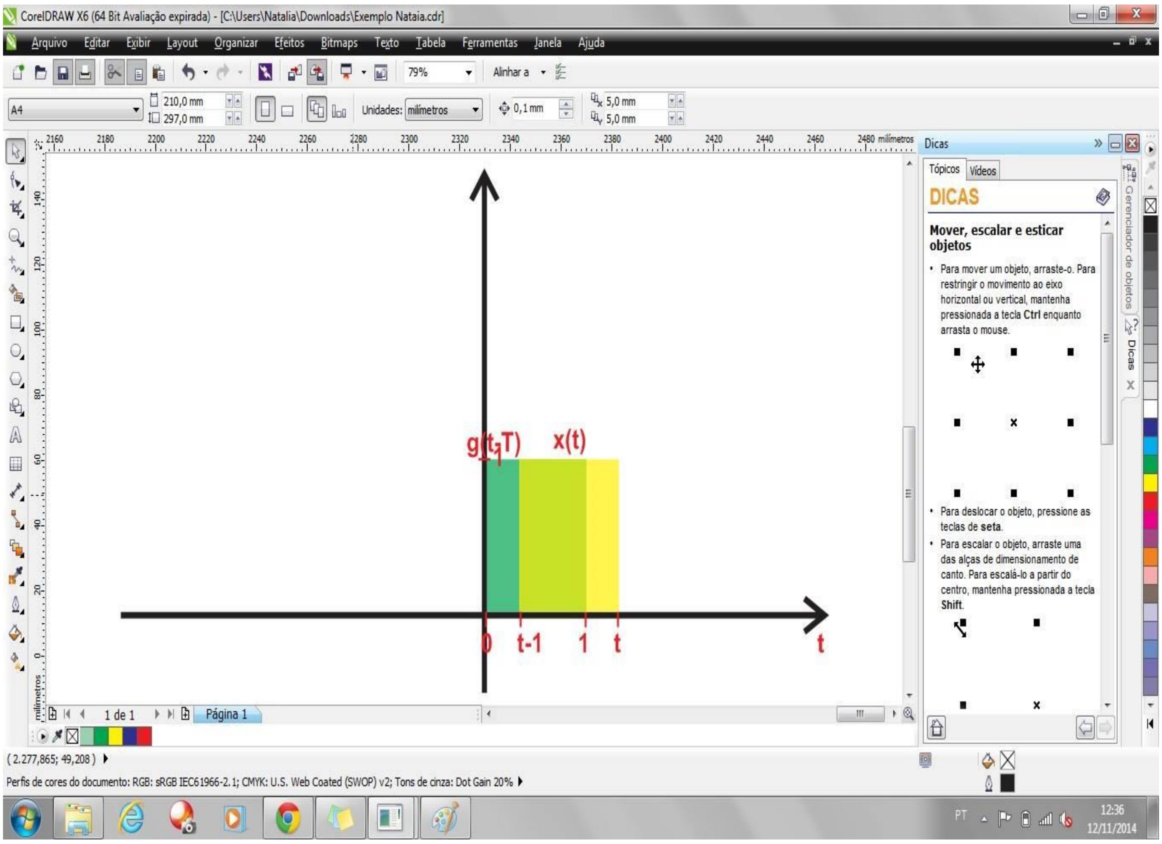
Fonte: Engenheira 01 (2014).

Figura 47 – Gráfico 4: Entrada deslocando-se no sistema



Fonte: Engenheira 01 (2014).

Figura 48 – Gráfico 5: Entrada deslocada no sistema



Fonte: Engenheira 01 (2014).

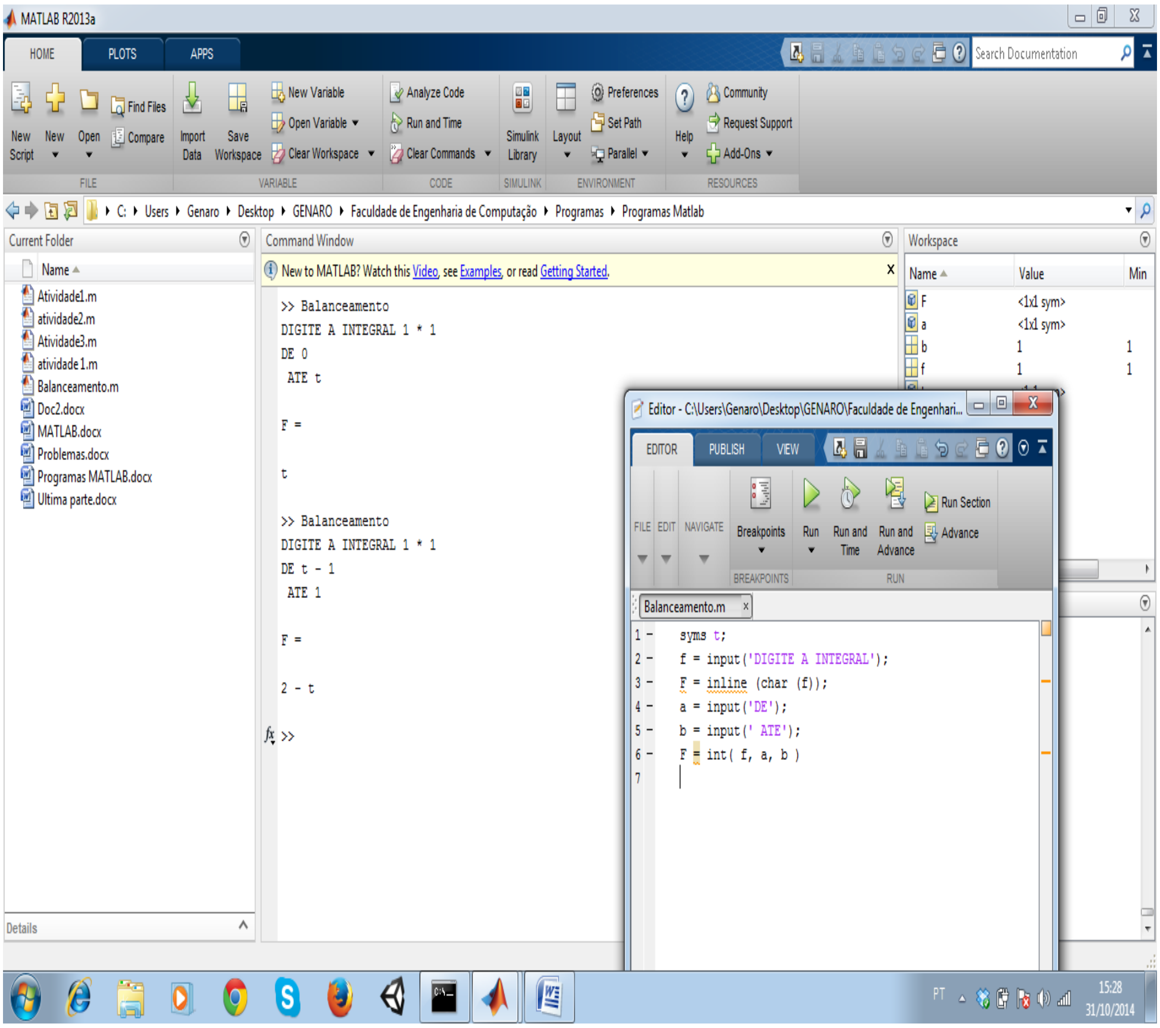
Após a exposição da Engenheira 01, os alunos realizaram o cálculo utilizando o *Matlab*. Caso não o usassem, teriam que optar pela forma manual e aplicar a fórmula abaixo:

$$CLC = \frac{\sqrt{\frac{\int_0^{2\pi}(T)^2 dx}{2\pi}}}{\frac{\int_0^{2\pi} T\,dx}{2\pi}} \qquad (08)$$

Sendo T o toque do motor elétrico

Dessa forma, o cálculo da integral foi digitado na tela principal. Primeiramente, a função seguida do intervalo de integração de 0 a t; em seguida, a segunda função com seu intervalo de integração de t-1 a 1. Assim, as amplitudes são iguais a 1 no intervalo de 1 segundo.

Figura 49 – Atividade 05: no Matlab



Fonte: Da autora (2014).

Portanto, encontramos um sistema como resultado, $y = \begin{cases} t, 0 \leq t \leq 1 \\ 2 - t, 1 \leq t \leq 2 \end{cases}$

Nesse problema, entendemos que, no início do ciclo ($0 \leq t \leq 1$), o motor estava balanceado; porém, no outro intervalo de ($1 \leq t \leq 2$), os valores foram substituídos. Logo, concluímos que tal fato não ocorreu.

Penso ser imprescindível destacar que essa fase do projeto em que a engenheira estava trabalhando visava corrigir esse desbalanceamento identificado nesse intervalo de tempo.

10. Encontro (outubro)

❖ **Atividade 06**

Fazer um relatório sobre os encontros e a realização das atividades da prática pedagógica, em dupla, seguindo o roteiro abaixo:

a) Relatar a conversação com o Engenheiro da Computação escolhido pelo grupo.

b) Relatar a experiência de ser aluno pesquisador.

c) Relatar onde e como o engenheiro pode servir-se dos softwares ou das atividades que vocês criaram.

d) Sucintamente, explicar como foi a construção dessa atividade.

e) Descrever o que vocês acharam dessa forma de aprendizado de Cálculo.

f) Opinar se foi mais fácil aprender a integral dessa maneira.

g) Descrever a experiência da colaboração de outras disciplinas no ensino de Cálculo.

h) Comentários livres.

❖ **Atividade 07**

Paper sobre a construção do *software* ou *hadware* (atividade 04).

- **Objetivo**

Estimular a escrita de trabalhos no Curso de Engenharia da Computação para futuras submissões em Congressos ou Revistas.

- **Especificação e explicação da atividade**

Inicialmente, recebi dos alunos as atividades 06 e 07 que eu havia solicitado no primeiro encontro. Em seguida, discutimos os relatórios que eles produziram sobre o desenvolvimento da prática pedagógica, oportunidade em que comentaram as dificuldades e facilidades vivenciadas durante o aprendizado de Cálculo.

A vista do farol foi a alegria movente, motivo pelo qual nomeei o capítulo que segue “O Farol: da Engenharia da Matema e da Tica na Prática Pedagógica”. Este sinalizou a chegada da navegação, momento da análise dos resultados da prática e das reflexões acerca das atividades desenvolvidas na sala de aula, cujos conteúdos da disciplina de Cálculo foram, primeiramente, trabalhados de forma acadêmica por meio da aula expositiva e, posteriormente, pelos *softwares*. Comparações, confrontos, diálogos com os alunos que, talvez, sejam o início das modificações no ensino.

4 O FAROL: DA ENGENHARIA DA MATEMA E DA TICA NA PRÁTICA PEDAGÓGICA

Este capítulo, intitulado Farol, representa os sinais da chegada ao porto – povoado de angústias e ansiedades – e o anúncio da proximidade da luz. Nele, abordo a análise da prática pedagógica investigativa, incluindo a utilização das tecnologias e o ensino da Matemática na academia e as três unidades de análise. Em seguida, relato as sínteses construídas via observações, anotações e entrevistas.

- Primeira: a forma de vida dos alunos e suas imbricações com a Matemática Acadêmica.
- Segunda: para potencializar essas imbricações, fez-se necessária a colaboração dos engenheiros e suas diferentes linguagens.
- Terceira: de minha parceria com os engenheiros, resultaram inquietações.

Penso ser importante declarar que, por representar a saída do encalhamento e do nevoeiro, a escrita do presente capítulo exigiu de mim um esforço imenso. As intempéries, os ventos e as intempestividades violaram e modificaram os planos da navegação, além de criarem desvios nos contornos das rotas em diversos pontos do barco, o que desperdiçou tempo e recursos. Consequentemente, a investigação enfrentou grandes desafios, tais como a inquietude e a ausência de paz presentes na viagem e a desestabilização do tempo e do espaço, os quais provocaram atrasos consideráveis.

Na retomada, surgiram mais e mais complexidades e empecilhos, os quais geraram outros impedimentos de caráter resistente. Embora uma das primeiras a qualificar a pesquisa, sou uma das últimas a comparecer perante a banca examinadora. Havia também a expectativa de êxito da investigação em virtude do esforço intelectual que despendi. Isso talvez demonstre a pobreza e a imperfeição da vida nos recantos longínquos de onde venho, feitos de cidades tristes deste imenso país, em as carências têm sido frequentes e formado muralhas intransponíveis. Nesse sudoeste baiano, cheio de bambus, sem rios e nascentes, a água tem sido raríssima e modificado o humor de seu povo.

As primeiras impressões nem sempre são as que ficam. Assim, segui com as observações com base nas análises das entrevistas das práticas laborais dos engenheiros, presentes no último capítulo do projeto de pesquisa e do denominado protocolo. Comecei (ou recomecei) no momento em que desenvolvia uma atividade específica com os alunos de Engenharia da Computação, que envolvia compromissos com as avaliações do semestre em curso, esperando que eles compreendessem e se propusessem a participar da investigação.

Cabe enfatizar que os alunos estavam iniciando a vida acadêmica e, como ingressos do Curso de Engenharia da Computação, precisavam frequentar a disciplina de Cálculo. Devido às especificidades de cada Curso, seria desaconselhável ministrá-la em conjunto com os estudantes das Engenharias Elétrica, de Produção e Computação.

Assim, entre os motivos que apresentei desde o início, destaco o desenvolvimento de novas atividades, apresentadas e explicadas no capítulo anterior. Consequentemente, precisei contatar novamente os Engenheiros da Computação para compreender os jogos de linguagem que emergiam de suas práticas laborais. Nesse sentido, houve o encadeamento do novo trabalho com a sinalização e respostas, ponto e contraponto no caminhar dolorido e lento da pesquisa.

Inicialmente, as atividades objetivavam uma saída didática para melhorar a prática pedagógica, mas, para espanto geral, superaram as expectativas. As mudanças aconteceram com o auxílio dos softwares e promoveram uma transformação que amalgamou a professora e a pesquisadora na qual me transformei. O “ser professora de Matemática” se revelou algo inacabado, uma tarefa diária a ser constantemente refeita e aperfeiçoada. Por sua vez, “o solo do ensinar a aprender Matemática” é movediço; logo, é preciso refazer os caminhos. Permito-me afirmar que esta nova visão se assemelha à introdução das redes sociais na vida moderna.

A sustentação teórica esteve em consonância com o campo da Etnomatemática, auxiliando na análise das formas de vida dos alunos e aproximando-as às suas culturas. Para Knijnik et al, “a cultura passa a ser compreendida não como algo pronto, fixo e homogêneo, mas como uma produção, tensa e instável” (KNIJNIK et al., 2012, p. 26).

Portanto, cultura tem estado em constante mutação, fato que pude constatar durante o desenvolvimento desta prática ao me deparar com novos caminhos que me levaram a andar com mais firmeza. De acordo com as autoras acima nomeadas, as práticas da Matemática se reatualizam em novos significados na esteira da cultura.

> As práticas matemáticas são entendidas não como um conjunto de conhecimentos que seria transmitido como uma “bagagem”, mas que estão constantemente reatualizando-se e adquirindo novos significados, ou seja, são produtos e produtores da cultura (IBIDEM, p. 26).

Uma coisa é o entendimento teórico; outra, a vida arrancada do fazer cotidiano no exercício da pesquisa e suas intervenções. Estas surgiram dos resultados da prática e estudos sobre a Etnomatemática desenvolvida por meio da investigação realizada em “Ciências Exatas da Escola Básica ao Ensino Superior” e coordenada pela orientadora. Uma de suas ações, com o auxílio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul (FAPERGS), consiste em analisar os jogos de linguagem matemáticos que emergem das práticas laborais de um grupo de engenheiros gaúchos e suas semelhanças de família com aqueles usualmente gestados nas disciplinas de Cálculo ministradas na UNIVATES.

O grupo tem trabalhado essa questão sob o aporte teórico do campo da Etnomatemática conforme definido por Knijnik et al. (2012). Para essas autoras, as pesquisas oriundas do grupo GIPEMS têm “tomado cada uma das comunidades estudadas não como unidades fixas, homogêneas”. Em oposição a essa ideia, elas enfatizam que têm buscado mostrar a heterogeneidade de cada grupo cultural, apontando, inclusive, "que os próprios indivíduos que a compõem, eles mesmos se constituem na diferença" (IBIDEM, p.26).

Os dados da pesquisa que emergiram foram transpostos da oralidade à escrita, gravados e, posteriormente, transcritos. O passo seguinte foi a "redução" e a "limpeza" dessas entrevistas, ou seja, a supressão das repetições, afirmativas confusas e citações que se desviaram do assunto principal para, finalmente, serem reorganizadas e fazerem parte deste capítulo.

Nessa perspectiva, os encontros fizeram parte dos procedimentos que foram planejados, gravados e filmados a fim de conferir veracidade à pesquisa, além do rigoroso acompanhamento da orientação. O trabalho foi exaustivo; porém, recompensador, pois, ao apontar os equívocos no ensino da Matemática, contribuiu na motivação dos alunos. As novas possibilidades inseridas na dinâmica pedagógica e na docência se revelaram positivas à medida que, com o meu conhecimento e auxílio na utilização de novos jogos de linguagem via *Matlab* e *Geogebra*, a turma, antes indiferente e apática, passou a se interessar totalmente pela disciplina, superando as minhas expectativas. Os aplicativos *softwares Maltlab* e *Geogebra*, utilizados na realização das atividades, formaram o instrumental didático para os exercícios de cálculos da integral.

Nas práticas de intervenção, foram identificadas as unidades de análise iniciais advindas da pesquisa e produzidas pelas intersecções no ensino do Cálculo, cujo resultado visava à melhoria do ensino da disciplina nos Cursos de Engenharia da Computação. Essas unidades, surgidas das atividades e por mim explicitadas no início deste capítulo, foram comentadas em suas propriedades e possibilidades.

4.1 Primeira Unidade de Análise: a forma de vida dos alunos e suas imbricações com a Matemática Acadêmica

A primeira unidade de análise teve sua sustentação nas práticas realizadas com os alunos e nas ideias de Wittgenstein, para quem o sentido de uma palavra é dado pelo seu uso. Logo, o dos conteúdos de Matemática dependia da forma como estes eram utilizados pelos estudantes de engenharia, pois as práticas partiam de atividades que os instigavam à pesquisa. Conforme Condé (2004, p. 53),

> Neste caráter múltiplo e variado dos jogos de linguagem, as únicas conexões que esses possuem, segundo Wittgenstein, são como as semelhanças existentes entre os membros de uma família. Os jogos de linguagem estão aparentados uns com os outros de diversas formas, e é devido a esse parentesco ou a essas semelhanças de família que são denominados de jogos de linguagem.

Pesquisadora: Bom dia! Hoje aplicaremos nossa primeira atividade que será realizada no software *Geogebra*. Esses exemplos que aplicaremos agora no software são as mesmas que fiz na aula anterior no quadro branco. Enviei essas questões para o e-mail da turma. Lembro que pedi para vocês uma pesquisa prévia sobre o software *Geogebra*, principalmente sobre integral e cálculo de área. Fizeram?

Alunos: Sim!

Pesquisadora: Então, aqui está o software, 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?

Aluno1: Trata-se da qualidade no gráfico. Adorei e achei muito fácil, viu professora.

Aluno2: Ele é em português.

Aluno3: Ele é bem simples**.**

Aluno4: É livre.

Nessas práticas, o dilema entre ser professora e pesquisadora remontava ao velho hábito de buscar essências e universalidades. Na vida, os fatos costumam se misturar num entrecruzamento de fazeres que desata a aparente imobilidade das coisas e papéis. A primeira atividade, no desenvolvimento da pesquisa, envolveu a utilização do software *Geogebra* visando aproximar os alunos do Curso de Engenharia da Computação a essa ferramenta conforme consta nas entrevistas laborais*.*

No primeiro encontro, ao apresentar o *software Geogebra* no cálculo de área das funções, pude observar que a utilização dos gráficos facilitava a compreensão do conteúdo de integral. Entretanto, isso se deveu às explicações desses mesmos conteúdos por meio da Matemática Acadêmica realizadas na aula anterior. O fato demonstra a importância desta para a disciplina de Cálculo.

Pesquisadora: A primeira atividade: Encontrem a área limitada pela curva $y=4x^2$ e o eixo das abscissas. Cada dupla deve tentar fazer. Quero o resultado dessa área no *Geogebra*. Todas estas atividades aqui no quadro vocês vão calcular no *Geogebra*. Qualquer dúvida vocês podem me chamar. Estou monitorando vocês, ok? Podem começar. Lembro que quem quiser pode utilizar o caderno da aula anterior, onde fizemos vários exemplos que irão auxiliar a conferência com *Geogebra*.

O software se revelou um ambiente específico à forma de vida dos alunos e engenheiros. Paulatinamente, participavam mais da aula, descobriam maneiras de usar o software para resolver às questões e identificavam as dificuldades com maior precisão. As autoras 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 sentindo atribuído por Wittgenstein, que emergem em diferentes formas de vida.

Aluno 1: Professora, por que o resultado deu decimal?

Pesquisadora: É por que no *Geogebra*, primeiramente, a resposta é em decimal. Diferentemente quando a gente fez na sala de aula. O *Geogebra* pode lançar também em fração.

Aluno 2: Conseguimos, mas fizemos de outra maneira: usando barra deslizante, pesquisamos e encontramos essa maneira. Você pode pegar área total ou seguimentos.

Aluno 3: Faça-me um favor professora, olhe o meu. Tem umas fórmulas aqui, fração e texto.

Pesquisadora: Muito bem. Alguém está com alguma dificuldade?

Aluno 4: Oxê Pró, não estou conseguindo.

Pesquisadora: O comando que está errado. Observe novamente como é o comando.

Aluno 4: Foi mesmo pró, que burrice, não coloquei os parênteses no intervalo de integração. Faltou uma vírgula também.

Pesquisadora: Correto.

Aluno 5: 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) ao invés de “y”.

Os comentários abaixo comprovam a necessidade de a forma de vida dos alunos estar vinculada à Matemática Acadêmica.

Aluno 1: 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. Meus colegas dos semestres avançados só jogando balde de água fria. Aí aqui em Cálculo só conta maluca. 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 como os meninos que fizeram a casa, comecei a entender como que vai funcionar a integral naquele espaço, como vamos utilizar no nosso dia a dia na nossa profissão. Achei louco.

Aluno 2: A tecnologia está aí, temos que aproveitar, temos que usar e abusar dela, ela veio para nos beneficiar. Também escolhi ser aluno de Engenharia da Computação, pois adoro tecnologias, vídeo game, quero estudar só com vídeos e softwares, fazer prova no computador, construir robôs.

Aluno 3: 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 “MTI” que é o maior instituto de tecnologia e engenharia do planeta que fica nos Estados Unidos e, geralmente todas as aulas a partir de Cálculo 1 são feitas no Matlab porque proporciona muitas coisas, a gente brincou pensando se em Cálculo três vai ser assim também? Por que 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 questão de tecnologia você já tem um contato inicial principalmente na área de cálculo já no software e 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 súper fácil integrar com software, viu.

Pesquisadora: Fico feliz com tanto entusiasmo pela aula de Cálculo. Já estão pensando em Cálculo 3 (risos). Estou trabalhando com softwares lá também.

A ênfase na utilização de gráficos no *software* nas aulas de Cálculo para uma melhor aprendizagem favoreceu amplamente a motivação dos alunos, aumentando-lhes o interesse. Estes se mostraram mais atenciosos e mais participativos quando articularam a teoria, ou seja, a Matemática Acadêmica com a prática profissional. Dessa forma, a sala de aula se tornou um espetáculo ao colocar discentes e professores em uma linha horizontal onde todos tinham expectativas e especulações e ninguém era jogado no vale da espera de conclusões e finalizações da disciplina, do Curso ou mesmo da própria aula. Eles caminharam como se não pedissem favor a ninguém.

Aluno 1: Acho que os softwares também foram muito importantes, porque, por exemplo, o *Geogebra* ele já dava o gráfico para a gente, assim nem todos sabem fazer o gráfico, já o *Matlab* foi muito importante porque tinha a linguagem de programação e foi muito bom para todos nós porque nós gostamos disso, trabalhar com softwares.

Aluno 2: Nessa questão do gráfico, o pessoal que está fazendo Cálculo três não chegaram a usar o software e eles estão sentindo dificuldade quando tem integral para eles enxergarem gráfico em 3D.

Aluno 3: Tenho muita dificuldade de construir gráficos e conseguir visualizá-los. No *Geogebra,* jogamos a função e já sai o gráfico pronto, com os pontos de intersecção. Depois a área que queremos calcular sai toda pintadinha. Lindo demais!

Aluno 4: E essa prática não ajudou somente na matéria de cálculo, ajudou em álgebra também que o *Geogebra* utilizava para fazer algumas questões, então foi extremamente importante para a gente, para a área, para academia, essa prática. Amei!

Aluno 5: Prô, adorei nossa primeira atividade, viu. Quem diria que teríamos prática aqui em Cálculo. Abriu a minha mente, enxerguei fácil o cálculo de área e esses gráficos chatos. Ufa! Finalmente entendi o assunto, agora passo em Cálculo dessa vez. (risos). É muito difícil haver prática aqui no nosso Curso.

Das discussões e exposição de dúvidas em sala de aula, foi possível constatar que a utilização do *software* tratou a integral geometricamente e facilitou a compreensão dos alunos. Um dos erros mais comuns nos exercícios sem o *software* acontecia na hora de fazer o ponto de intersecção. O uso daquele tornou evidente que este seguiu a direção em que se encontravam as funções. A visualização geométrica esclareceu as dúvidas conceituais e se apresentou como ferramenta útil na aprendizagem desse conteúdo.

Porém, esta dissertação não contemplou apenas o entendimento do uso de uma ferramenta didática. A apresentação geométrica das funções aproximou o jogo de linguagem da Matemática Acadêmica com a forma de vida dos estudantes de Engenharia; logo, foi o elo de ligação, o que tornou os encontros prazerosos e repleto de discussões.

Muitos enunciados da forma de vida dos alunos invadiram a aula de Cálculo, tais como, comando shift mais ^ significa potência. O meu esforço se tornou bilateral, assim como o dos alunos. Juntos, aprendíamos novos conceitos, operações e explicações da Matemática Escolar e da Acadêmica. Cabe mencionar que, durante as atividades, surgiram muitos questionamentos e os aspectos culturais sempre foram considerados.

Tanto num trabalho acadêmico e escolar como em um simples jogo, há dispêndio de energia; a diferença é que, no primeiro caso, existe um objetivo a cumprir, já no segundo, a liberdade é total; pode ser uma coisa ou outra. Aquele, por exigir a solução de problemas, tem sido considerado um trabalho cansativo, que, ao me livrar de cobranças externas, pude transformá-lo, durante a investigação, em algo prazeroso. O certo é que desse estudo emergiu um novo idioma, aproximando os jogos de linguagem da Matemática com os da programação utilizada em softwares usados pelos alunos. Entretanto, considero necessária à sua correção e cabe lembrar que uma aula prolongada pode levar à exaustão, especialmente se for caracterizada pelas repetições, vistas como "chatas".

Aluno 1: Então se der negativo devo trocar a ordem de lançamentos?

Aluno 2: Professora, o nosso também deu negativo, é a mesma coisa? O comando é Shif + ^ desse x da primeira função que é 3?

Pesquisadora: Isso, precisa apenas trocar a ordem e saber quem colocar primeiro. O seu ficou negativo por que você lançou primeiro f(x) e tem que lançar primeiro o g(x). Então quando você faz assim e acha resultado negativo, você então tem de corrigir a ordem. Vamos lá pessoal tentam aí, e depois vejam se deu certo**.**

Aluno 3: Então se der negativo devo trocar a ordem de lançamentos?

Aluno 4: Professora, o nosso também deu negativo, é a mesma coisa?

Pesquisadora: Isso, precisa apenas trocar a ordem e saber quem colocar primeiro. O seu ficou negativo porque você lançou primeiro f(x) e tem que lançar primeiro o g(x). Então quando você faz assim e acha resultado negativo, então tem que corrigir a ordem. Fez? Deu certo?

Aluno 5: Deu certo.

Aluno 6: Professora, temos que usar a linguagem de programação, né? Aquela "sqrt" pra raiz, né?

Ao lidarem com expressões conhecidas e estarem mais próximos da linguagem usada na aula, os alunos aprofundaram as questões de Cálculo, problematizaram os conceitos, verificaram suas dificuldades e compreenderam a presença matemática quando usavam a Matemática Acadêmica haja vista que, no desenvolvimento de programas de computador, a lógica esteve sempre aliada às operações matemáticas, fundamentais ao Cálculo. Havia momentos em que eles trabalhavam com raciocínios matemáticos em linguagem de máquina, sem a forma acadêmica e, embora estivessem diante dela, não percebiam a igualdade. Cabe destacar que, sempre que surgiam dificuldades em encontrar os pontos de intersecção e a área, eu retomava as explicações, inclusive, repetindo-as várias vezes.

Por existirem semelhanças de família e jogos de linguagem das Matemáticas Escolar e Acadêmica com os utilizados pelos Engenheiros da Computação, pude elaborar as atividades especificas para esses alunos. Posso afirmar que isso os motivou a interagirem mais nas aulas e, consequentemente, tiveram uma facilidade maior em aprender o conteúdo. Zanon (2013, p. 32), ao analisar os jogos de linguagem na visão de knijnik, afirma que

> [...] pode–se colocar em dúvida a exatidão, o rigor e a ideia de uma matemática universal...a presença de uma matemática escolar que mesclava jogos de linguagem de várias matemáticas. Simultaneamente, percebe-se a forte semelhança de família nos jogos de linguagem da matemática disciplina de Matemática e da Matemática Acadêmica.

Nessa perspectiva, Zanom (IBIDEM, p. 32) complementa afirmando que,

> Nesse sentindo, é possível considerar as "matemáticas" gestadas nas diferentes formas de vida como conjuntos de jogos de linguagens gerados a partir da história de uma cultura advinda das crenças e noções criadas com o passar das gerações. Nenhuma dessas "matemáticas" é igual, todas possuem entre si analogias ou fundamentos comuns, as "semelhanças de família".

Aluno 1: Pró, não consigo achar os pontos de intersecção e nem a área.

Pesquisadora. O que são os pontos de intersecções?

Aluno 2: É onde as funções se encontram. E na integral são os intervalos de integração, correto pró?

Pesquisadora. Então, eu vi muita gente pegando valor em "y", mas vocês tinham que fazer o que? Vocês dão um comando das intersecções, não é isso? Vocês têm que observar, porque manualmente deveriam igualar as funções e calcular este ponto, né? Outra coisa, vi muito erro. Área negativa, por que aconteceu isso? O software não tem esse conhecimento, então vocês têm que observar na hora do lançamento, têm que observar na hora quando vem a função primeiro e quem vem segundo a função. Também vi áreas dando valor zero, porque nesses últimos gráficos somava a área, por que fizeram isso?

Aluno 3: Porque fizemos diretamente.

Aluno 1: Ah! Entendi. A gente sempre tem que ver se o gráfico tem vários pedaços e calcular de um a um, separadamente a área, senão dá erro, né pró?

Aluno 3: Saquei, como as áreas eram iguais, dava zero. Pois uma é negativa e uma positiva.

Aluno 4: Pró, percebi também que o software tem várias funções, tipo, fazendo a pesquisa, ele ensina algumas funções básicas. Olhei aqui do meu colega e ele fez uma pesquisa mais ampla e ele me mostrou que tem várias outras funções do que as que eu percebi. Será que vou poder usar o software em outras disciplinas também?

Pesquisadora: Com certeza, esse software é muito bom, tem muitas coisas para vocês utilizarem. Ele servirá como uma ferramenta pedagógicas. A gente só utilizou uma parte dele, que foi cálculo de área utilizando integral.

Aluno 5: Estou fuçando um monte, que legal. Toda aula devia ser assim, né? (risos). Tô ligado que não vou precisar mais calcular nada na mão só no software, né professora?
Pesquisadora: Não é bem assim. O que vocês acham sobre isso?

Aluno 6: Ficou fácil, pois tivemos um conhecimento prévio da aula anterior. Onde você ensinou a calcular a área passo a passo, fez os pontos de intersecção, os gráficos. Aí o *Geogebra* fica mais fácil.

O estrangeirismo da Matemática Acadêmica e sua linguagem abstrata foi diminuindo com o uso de software e, assim, minha aula foi ficando “mestiça”. Nela, juntarem-se o integrar, derivar, intersecções, exponencial, logaritmos, código, linha de comando, *hardware*, arduíno, *input, output*, além de muitos artefatos, como *notebooks*, placas, sites, *links*, celulares e *softwares*. Esses atributos vincularam os jogos de linguagem entre a Matemática Acadêmica e a dominação por parte dos alunos tanto do instrumento quanto da realização das operações. Mas, como os objetos são também discursos, essas foram experiências relativas aos jogos de linguagem e às formas de vida.

Nos estudos de Knijnik et al (2012), constatei que os procedimentos metodológicos seguidos com respeito a jogos de linguagem objetivavam verificar se havia semelhança de família entre os jogos de linguagem das formas de vida estudados e os da Matemática Escolar. Assim, procedi da mesma maneira, isto é, identifiquei os jogos de linguagem usados na prática da engenharia e investiguei se havia semelhança de família. Uma forte presença desta foi percebida, haja vista a linguagem dos engenheiros não se basear na oralidade e sim nos sinais e programas de computador.

> Com base nos exemplos de jogos de linguagem matemáticos praticados em diferentes formas de vida que apresentamos nas duas seções do capítulo – jogos que seguiram regras associadas à oralidade, estimativa e arredondamento – podemos agora indagar se havia semelhança de família entre tais jogos e aqueles praticados usualmente na forma de vida escolar (IBIDEM, p. 52).

Aluno 1: No dia da apresentação do nosso trabalho o Professor de programação [...] chegou e comentou 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. Por exemplo, uma empresa tudo isso, depois vai ter que trazer a parte teórica e prática e juntar para resolver o problema". E depois ele falou para a gente que tivemos oportunidade de escrever o primeiro artigo com relação ao nosso trabalho "escreveram um mini artigo, não é"? Vocês já tiveram essa experiência já no começo do Curso, sei que vocês não gostam muito da área de escrita, vocês gostam mais de calcular e eu ainda solicitei isso para vocês acostumarem.

A atividade da construção dos softwares foi a que mais agradou aos alunos, que a desenvolveram com grande êxito devido à aproximação da forma de suas vidas. Além disso, tornaram-se pesquisadores e estudaram conteúdos além da ementa da disciplina. Tais fatos se tornaram evidentes na apresentação da equipe 1, que construiu um software para calcular áreas das funções utilizando uma Integral.

Equipe 1:
Aluno 1: Bom dia pessoal! Nossa equipe resolveu fazer a atividade voltada para o Cálculo de integral de área. A gente se interessou bastante pelas explicações da aula da professora no *Geogebra* e quando foi proposto para a gente fazer essa atividade. Resolvemos trabalhar com Cálculo de área de integral. Meu colega vai mostrar aqui agora o programa para a gente, a programação toda para vocês começar a terem uma ideia de onde entra a integral no nosso programa para depois a gente mostrar como ele funciona.

Aluno 2: Antes de começar essa parte de programação, eu sou de um semestre mais avançado e vim pegar Cálculo dois aqui com vocês novamente, e até onde eu estou no nono semestre, a gente não tinha uma aula prática como essa que foi desenvolvida, nos motivou mais ainda a estar aprendendo sobre essas ferramentas de como desenvolver dentro desse sistema. A gente vai apresentar para vocês um software que criamos numa linguagem C++ onde a gente usou algumas ferramentas que ele vai calcular a integral de área de uma determinada função. Essa linguagem é uma linguagem open software, ou seja, é livre e você não paga para ter ela, nem o compilador, tem ela disponível na internet e a gente usou no meu caso o c++ Microsoft visual c++, mas a gente poderia ter usado o Deve c++, que é gratuito também e tem uma gama de outros programas que têm bibliotecas que podemos criar o software, então essa é a linguagem de programação.

Figura 49 – Linguagem de programação do software construído pela equipe 1

Programa: Calculo de Integração. Cal – In

```
/*
Programa: Calculo de Integração.
Descrição: Algoritmo em C++ Para calcular uma integral definida.
*/
#include<iostream>//Biblioteca para comandos básicos em C++
#include<cmath>//Biblioteca para operações matemáticas
#define PI 3.14159265 //Definição do Valor PI
usingnamespacestd;  //Comando que chama o diretório padrão

//Função f(x)
float f(float x)
{
returnpow(x,3)-2*pow(x,2)-5*x+6; //Nesse ponto digitamos a função que vai ser calculada. Exemplo: f(x)=x3-2x2-5x+6.
}

intmain()  //Programa principal
{
int i;
longdoublea,b,d,n,I=0,J=0,A,K=0,E=0;

//Menu de Apresentação do Programa
cout<<"Programa: Cálculo de Integração."<<endl;
cout<<"Alunos(as):Aluno1, Aluno 2, Aluno 3, Aluno 4, Aluno 5, Aluno 6."<<endl;
cout<<"Curso: Engenharia da Computação."<<endl;
cout<<"Descrição: Algoritmo em C++ para calcular uma integral definida.\n\n"<<endl;

//Solicitações do Programa
cout<<"Digite o valor do primeiro intervalo de integração [a]:"<<endl; //Usuário digita o primeiro intervalo de integração
cin>>a;
cout<<"Digite o valor do segundo intervalo de integração, (maior que o primeiro) [b]:"<<endl; //Usuário digita o segundo intervalo de integração observando que esse intervalo tem que ser maior que o primeiro
cin>>b;
```

//Comprimento dos pequenos subintervalos nos quais se divide o intervalo [a,b], em linguagem matemática $\Delta x = \frac{(a-b)}{n}$

```
cout<<"Digite o número de subintervalos nos quais se divide o intervalo [a,b]:
endl;
cin>>n;
d=(b-a)/n;
```

/*Os comandos abaixo realiza os cálculo de integração definida em linguagem matemática $\int_a^b f(x)dx = \lim_{\Delta \to 0} \sum_{i=1}^{n} f(x_i)\Delta x$, onde $f(x_i)$ É o valor ("altura") da função $f(x)$quando x é igual ao ponto amostral (x_i), definido como um ponto que está no subintervalo $[x_{i-1}, x_i]$ (podendo até mesmo ser um destes pontos extremos do subintervalo).
*/

```
for(i=1;i<n;i++)
{
if((i%2)!=0)
{
I=I+f(a+(i*d));
}
}
for(i=2;i<n-1;i++)
{
if((i%2)==0)
{
J=J+f(a+(i*d));
}
}

A=(d/3)*(f(a)+(4*I)+(2*J)+f(b));

//A impressão do valor da integral
cout<<"O valor da integral para os limites eh:"<<endl;
cout<<abs(A)<<endl;

//Cálculo do Erro
E=-((b-a)*d*d*d*d*6/180);

//Imprimindo o erro
cout<<"O erro total eh:"<<endl;
cout<<E<<endl;

system("pause");
return 0; //Fim do programa
}
```

Fonte: Dos alunos de Engenharia da Computação (2014).

Aluno 1: Na verdade, quando nós desenvolvemos esse software, nós tomamos o cuidado de procurar o profissional da área, ou seja, aqui na faculdade o professor [...] é referência dentro dessa área de programação, inclusive no c++ ele é nosso professor de programação aqui da Faculdade. Então, foi o seguinte: tivemos a ideia, passamos primeiro para o papel e depois que a gente escreveu o programa a gente passou para ele para que ele pudesse dá uma olhada para conferir e graças a Deus deu tudo certo, ele gostou na nossa iniciativa, é uma coisa pioneira aqui na faculdade, porque antes a gente não fazia isso aqui e o porquê do motivo maior de escolher essa linguagem de programação foi pelo fato de estar aberto para outros alunos darem continuidade a esse sistema, então não ficou uma coisa presa.

Aluno 1: A gente se preocupou bastante em deixar em aberto para quem quiser pegar o programa para implementar alguma coisa ou melhorar, a gente está disponibilizando para quem quiser pegar pois, quanto mais implementar, melhor vai ficar. Depois estamos pensando em trabalhar um pouco na estética dele para ficar mais bonito, digamos assim pra apresentação do simpósio da FAINOR que a gente se inscreveu.

Aluno 4: Exatamente, a gente só deu o primeiro passo na verdade. Agora eu vou compilar aqui, esse é o programa. Ele é um programa textual, você vai trabalhar nele basicamente sem uma parte gráfica, mas você pode implementar depois. A gente gostou de trabalhar nesse sistema e estamos até pensando em dá um “upgrade” para ver se melhora ele.

Aluno 5: Então, a gente vai fazer um intervalo de integração de 0, aí ele vai pedir o outro intervalo de integração, aí sempre tem que lembrar que tem que ser maior, isso aí que a gente tem que saber da parte teórica, senão você pode colocar um número errado e vai dá um cálculo errado, então temos que saber a parte teórica. Vamos colocar de 0 a 1, aí ele me pergunta: digite um número de subintervalos nos quais se divide o intervalo de a a b, então eu vou colocar aqui de 1 até 2. Então, o valor da integral nos limites é 2, o erro total é de 0,0333333, que é justamente o intervalo da senoide. Então, se a gente for fazer isso aqui manualmente, vamos encontrar esse valor.

Aluno 6: Este é o nosso programa. Vamos copilar. Como aprendemos com o professor [..] em Programação 1. Todo programa tem que copilar, rodar para funcionar.

Pesquisadora: Excelente. Mostrem agora, por exemplo, se eu quiser mudar a função, eu faço o quê?

Aluno 1: Você vai ao código do programa.

Pesquisadora: Qualquer tipo de função?

Aluno 2: Qualquer uma.

A seguir, apresento a segunda unidade de análise que buscava potencializar o esforço de aproximação dos jogos de linguagens dos alunos com as Matemáticas

Acadêmica e Escolar. Como eram estudantes do Curso de Engenharia e já trabalhavam em outras disciplinas utilizando o jargão próprio dos engenheiros, penso que a sua linguagem aproximou e intensificou esse enlaço de sentidos.

4.2 Segunda Unidade de Análise: para potencializar estas imbricações é necessária a colaboração dos engenheiros e suas diferentes linguagens

O significado de uma palavra está relacionado ao uso que dela fazemos. Por isso, considerei o sentindo que os engenheiros davam ao cálculo no seu trabalho e como lidavam com os conteúdos na confecção de seus artefatos. Para que essas imbricações acontecessem, precisei de uma segunda unidade de análise, que contou com a contribuição dos Engenheiros da Computação por meio de seus jogos de linguagem e semelhança de família com as linguagens da Matemática Acadêmica que emergiram das práticas laborais desses profissionais.

Logo, as articulações ou imbricações decorreram das análises e entrevistas realizadas com os referidos colaboradores, ou seja, no uso que eles faziam da palavra integral dentro de uma forma de vida. Pude então compreender a não existência de significados imutáveis, já que eles “nadavam” nas diferentes atividades, batizadas de significados. Ao citar Wittgenstein, Gottschalk (2007, p. 464-465) afirma que,

> [...] Para ele, o ignificado 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 das palavras. Estas estão imersas em diferentes atividades e é apenas quando as aplicamos em um determinado contexto que adquirem significado.

Prosseguindo com sua análise sobre jogos de linguagem na perspectiva de Wittgenstein, Gottschalk (IBIDEM, p. 465) assevera que,

> Assim, da mesma forma que uma peça de tabuleiro em um jogo de xadrez difere de uma mera peça de madeira em virtude de seu papel no jogo, as palavras só adquirem sentindo ao serem empregadas dentro de um jogo de linguagem. Ao aplicarmos uma palavra, estamos seguindo regras tácitas na linguagem, do mesmo modo que ao movermos uma peça qualquer do jogo de xadrez estamos agindo de acordo com a regra do xadrez. Não podemos mover a torre do mesmo modo que movemos o cavalo ou um peão.

Enfatizo que assistir não é substituir, mas auxiliar no relato das formas de vida profissional fora da acadêmica. Minha afirmação advém do fato de que, para aproximar o cálculo matemático da forma de vida dos alunos, foi necessária uma operação de transferência de significados bastante complexa, como foi observado por Kninjik et al (2012, p. 71 e 72):

> Apontar para a complexidade da operação de transferência de significados implicada no enunciado que diz ser importante trazer a "realidade" para o espaço escolar para possibilitar que os conteúdos matemáticos ganhem significado permite-nos problematizar a vontade de "realidade" que habita cada um de nós, ou seja, a busca pela harmonia e pela sintonia com a "realidade" traduzida pela necessidade de estabelecer ligações entre Matemática Escolar e a "vida real".

Sem as explicações da Matemática Acadêmica não teria sido possível os engenheiros compreenderem o fenômeno das bombas de petróleo e o controle de vibração. Por outro lado, sem algumas práticas discursivas desses profissionais, o Cálculo teria ficado distante e incompreensível. Portanto, foi por meio da colaboração e aproximação das formas de vida em seus jogos de linguagem que se encontraram saídas.

Desse modo, as práticas discursivas dos engenheiros não estavam apenas numa terminologia técnica, mas nos objetos; o próprio corpo da Engenheira na sala de aula e no discurso, como um feixe discursivo, formou essa categoria que foi denominada “A colaboração de um Engenheiro da Computação é indispensável à eficiência na prática pedagógica”. Os educadores, talvez, falem de interdisciplinaridade por visualizarem a necessidade de integração entre as disciplinas.

O desenvolvimento de algumas atividades contou com a ajuda sistemática de uma engenheira, de um professor de Robótica, além de um de Linguagem de Programação para apresentar a utilização do Cálculo em Engenharia. Por outro lado, foi necessário associá-los à Matemática Acadêmica, pois, juntos, a cultura dos engenheiros e o cálculo matemático (re) significaram o sentido do ensino de Matemática para os Cursos de Engenharia. Na concepção de Gottschalk (2007, p. 465),

> Wittgenstein nos chama atenção para o fato de utilizarmos uma palavra de diversas, sem que haja algo em comum a todos esses usos. O que há são apenas semelhanças de famílias, como as que há entre os membros de uma mesma família: um tem o mesmo nariz do pai, que tem a mesma estatura que o irmão, que por sua vez lembra o tio...Enfim, há semelhanças de famílias entre todos.

Pesquisadora: Bom dia turma, hoje nossa atividade contará com a participação da Engenheira 01, também professora da disciplina Análise de Sinais juntamente com a turma dela. Sentem em dupla, um aluno de cálculo 2 com um aluno dela do sexto semestre. Essa atividade ela explicará integral de convolução, assunto que já ensinou na 1ª unidade com os alunos dela aqui presente aplicado no software *Matlab*. A ideia de juntá-los foi devido a vocês já terem aprendido a utilizar o cálculo de integral no software e os alunos dela já saberem o assunto de integral de convolução. Então, vocês farão uma troca de conhecimentos entre vocês na dupla. Também os alunos dela vão ter a oportunidade de fazer a prática no *Matlab*, já que só aprendem teoricamente sem nenhuma prática ou aplicabilidade. Então, primeiramente, na atividade, ela vai explicar a teoria como ela ensina na disciplina manualmente no quadro branco. Depois ela vai mostrar como trabalha como Engenheira da Computação, e, no final, vocês aproveitem para tirar dúvidas da profissão futura de vocês. Aproveitem mesmo, pois não é todo dia que terão esta oportunidade.

Engenheira 01: Bom dia turma, eu trabalho com um projeto da [...], e lá nós trabalhamos com elevação artificial. Mas o que é um método de elevação artificial? Quando tem uma perfuração de extração de petróleo do poço, a pressão do fundo do poço é tão grande que consegue levar esse petróleo sem necessidade de nenhum equipamento, sozinho. Mas com passar do tempo, essa pressão vai diminuir no fundo do poço, aí entra os métodos de elevação artificial, então têm vários métodos de elevação, na [...], hoje, contamos com três métodos, tudo simulado, só que, em nenhum lugar do mundo tem o que temos na [..]. Então, muitos pesquisadores vêm de fora de outros países para utilizar do material que a gente tem aqui. Na realidade, a gente tem aqui esse método de elevação artificial que é o bombeio mecânico. Então, nesse bombeio mecânico, ele é composto por cabeça, a gente vai ter bomba, vai ter motor, aqui, olhem aqui, temos um motor, a gente vai ter uma bomba que fica do outro lado e esse método a gente tem como estudar ele, por quê? Ele é todo instrumental, a gente tem vários sensores, a gente tem trinta e dois metros, aqui é ela completa, só que a gente tem, isso aqui é só o método de elevação, para simular o pulso, La na [..], são oito andares e o pesquisador teve uma ideia de colocar os tubos nos oito andares de lascada. Então, esses tubos aqui terão trinta e dois metros, então, a gente consegue simular um poço de petróleo com 32 metros de altura. Aqui no fundo do poço, é onde temos uma sala de controle; nessa sala de controle, vai ter um computador; esse computador ligado a um motor elétrico que é ligado à bomba que são equipamentos que estão em cima. Então, lá em baixo, a gente consegue saber de todos os andamentos na linha plana, aí entramos agora na parte de sinal. Aqui eu tenho um motor elétrico, a velocidade a gente quem determina, chamamos de supervisório. Na realidade, ele vai com programação, tem várias linguagens, a gente tem na linguagem “stp3”, que é o que mais utiliza pela Petrobras. Então, por esse supervisório, a gente consegue ter informações de todo funcionamento do meu equipamento; então, esse supervisório, na realidade, já está aqui junto do meu computador. Esse computador vai ter acesso aos dados do motor elétrico da bomba e do funcionamento do meu sistema. Bom, vamos ao exemplo que elaborei juntamente com a professora de Cálculo de vocês. Temos uma torre de perfuração de petróleo ligada a uma bomba, que está ligada a um motor elétrico, que está conectado a um computador. Através deste computador, vai ser possível armazenar alguns dados de funcionamento do motor, como a velocidade, corrente elétrica e potência. Assim, vai ter um sinal de entrada e será o esforço resultante exercido pelo motor, então esse sinal de entrada será os valores da amplitude, que são lidos pelo motor em função do tempo, certo? Através desse computador que está ligado nesse motor, esses dados vão ser lidos em tempo real. A planta utilizada é uma unidade de bombeio mecânico, e o que a gente quer saber? A gente quer saber se este motor elétrico vai estar balanceado, é este o trabalho que vamos fazer agora**.** Bom, então voltando um pouquinho, o que é estar balanceado? Então, quando temos o acionamento de um motor elétrico, teremos vibrações na carcaça do meu motor; então, essa vibração na realidade é de acordo com o esforço que ele está fazendo para a extração do petróleo, então, o que a gente pensou? Hoje, esse balanceamento ele é feito manualmente, então, o que faz? Para toda a produção muda La a minha cabeça do pulso, muda La os meus sistemas, os meus contrapesos, tentando balancear isso manualmente, agora parem para pensar: quanto uma empresa gasta, vamos supor para fazer isso em dois, três dias, para fazer isso é perda de produção, não é? O que a gente pensou, vamos trabalhar em cima desse balanceamento e desenvolver um sistema que seja capaz de balancear dinamicamente. Então, a partir daí o que acontece, esse motor ele vai me dar potência, torque, velocidade e o que a gente percebeu? Que dependendo da velocidade, esse torque vai ser maior ou menor, mas o que é velocidade ou torque? Na realidade, isso vai ser um sinal, então, eu digo que um sinal vamos colocar velocidade aqui que vai estar em função do tempo. Então, eu digo aqui que a velocidade do sinal é qualquer coisa que eu, pessoa, representar por uma função matemática. Então, a velocidade eu posso extrair a função através desse gráfico, não é? Então, eu digo que isso é um sinal, a mesma coisa do torque, a potência, então, trazendo para a área de vocês, da computação, se eu tenho La uma porta USB, então, o que eu tenho ali é um sinal dado em tensão. Então, tudo que eu possa relacionar uma função matemática que eu chamo de um sinal, ok? Então, aqui, agora, o que eu vou fazer? Eu tenho La, vamos supor aqui que eu tenho um torque em função do tempo e eu tenho também velocidade em função do tempo, tá? Então, o que acontece? Mas se eu olhar aqui, eu consigo entender o que é esse gráfico aqui? Não consigo entender, não é? Consigo o gráfico da velocidade? Também não? Então, usamos uma técnica chama convolução. Então o que vai ser essa convolução? Eu vou pegar o meu sinal de torque, que é meu sinal de entrada, vou pegar a minha velocidade, que é a variação do torque de acordo a velocidade, vou pegar a velocidade e colocar dentro do sinal de torque e vou encontrar minha convolução, que vai ser o meu sinal de saída. Então, esse sinal de saída, na realidade, é o que vai me dá o balanceamento do motor. Então, aqui eu tenho torque, velocidade para mim encontrar a convolução, olha o que eu faço, eu desloco o meu sinal, inverto sinal de velocidade e desloco ele do tempo, agora eu tenho minha velocidade deslocada no tempo, estão entendendo aí? Então, convolução eu vou usar para extrair de dois sinais, um sinal de saída que eu não consigo analisar a partir dos gráficos, então, eu uso convolução para encontrar o sinal de saída para encontrar independente dos gráficos. Então, o primeiro passo que eu faço para convolução eu inverto esse sinal aqui e desloco-o no tempo e agora entra a parte de convolução. Então, aqui eu coloquei meu sinal de torque, que é meu sinal de entrada. Isso aqui, na realidade, ele está relacionado ao tempo, vamos supor que seja segundos, e esse torque aqui oposto está relacionado a Newton por metros, ok? Então, aqui dizemos que é a amplitude e aqui o tempo, beleza? E vou ter ainda também o meu sinal agora, que é o meu sistema, que é a minha velocidade deslocada no tempo. Então, minha velocidade deslocada no tempo eu vou ter t-1, t, e a minha velocidade continua 2-t, beleza até aí? Então, agora o que eu faço? Pego meu sinal de entrada, que vai se manter sempre fixo, e vou deslocar esse sinal aí agora dentro do meu sinal de entrada. Então, aqui, agora, deslocando, eu vou ter isso aqui, minha amplitude continua a mesma coisa e o que via mudar é o sinal do tempo. Então, aqui, agora eu pego a relação entre esses dois sinais, com isso, eu vou ter um intervalo de integração aqui de zero até a 1 e essa integral em função do um. Agora, vamos ter de t-1 até 1 e –t até -1, 1-t+1, então, eu botei aqui 2-t, então, eu tenho, aqui, agora, balanceamento e função do tempo. Então, isso aí é balanceamento do motor em função do tempo, tranquilo? Então, aqui a gente tem em verde, vai ser o meu sinal de entrada, que é o meu torque e, em amarelo, a minha velocidade. Então, de acordo com minha velocidade aqui, de acordo, vou passando meu sinal de entrada o meu sistema com meu sinal de entrada eu vou tendo intersecção entre os meus sinais, que é o que eu chamo de convolução. Então, através dessa intersecção entre os meus sinais de entrada, e o meu sistema eu consigo analisar essa vibração do motor elétrico chamado de “balanceamento e desbalanceamento”. Isso aqui, na realidade, foi só uma forma de conseguir enxergar melhor do que fazer manualmente. Na prática, a gente não faz nada manual, a gente utiliza os algoritmos para auxiliar. Então, a partir do momento aqui que um gráfico passa por dentro do outro, não temos mais intersecções com eles e não temos desbalanceamento do meu motor. Observem que tenho esse ponto de intersecção, o que é o t aqui, na realidade, ele é maior que zero e menor que um. Para isso, tenho que sair igual a t. Nesse caso aqui, eu tenho que t é maior do que um. Vejam que tenho minha saída que vai ser 2-t. Aqui o que acontece para ter um sinal balanceado num sistema balanceado o meu t aqui, essa saída dele tem que ser igual a um, ou vamos supor, vamos colocar assim, pro meu sistema balancear, eu tenho que ser até um e desbalanceado ele é maior do que um. Então, analisando, nesse caso, substituindo esse valor de zero até um, eu vou ter um sinal aqui até um, não é? Então, nesse caso aqui, eu digo que meu sistema está balanceado; já nesse caso, quando ele for maior do que um, qualquer valor de t que eu substituir aqui, esse sinal vai ser maior do que um. Então, eu digo que é um sistema desbalanceado; então, o que eu suponho que, até um segundo, meu sistema está balanceado. Acima disso, está desbalanceado, então, aqui nesse ponto, está ok. Agora, a partir de um, vou ter que mudar a minha velocidade para tentar balancear o meu sistema. Para não precisar estar fazendo isso aqui sempre a mão, que significa perca de tempo e trabalho desnecessário, nós, engenheiros, utilizamos o auxílio dos algoritmos, dos softwares tá? Vocês vão fazer agora esta mesma atividade no software *Matlab*. E, com certeza, vão sentir uma grande diferença (risos).

Estabelecida a questão, que, a princípio, poderia ser considerada fácil, na realidade, isso não ocorreu. Para compreender as insuficiências, precisei saber e conferir que tipo de ajuda eu necessitava e qual eles poderiam me dar. Esse processo foi árduo e constrangedor, já que envolvia vários acordos e acertos que foram refeitos várias vezes. Tamanho foi o cansaço que precisei encontrar a terceira unidade de análise que se impôs com mais objetividade e clareza e representava ela mesma um acordo selado.

Poder ouvir e aprender quando estão ali para ensinar; ensinar sabendo que é algo incompleto e que o outro o complementa; que o conhecimento é construído socialmente foram processos muito difíceis com os quais me deparei durante a intervenção. A busca pela estabilização aplaca as sensações de estar girando; recapitular tudo o que aconteceu nesta prática parece um sonho incoerente e todas as impressões deixadas são tão caras que faz o medo aparecer sabendo que ele se transformará em fumaça, ou, talvez, seja lembrado daqui a trinta anos, dada a força destas impressões, que também parecem estar apressadas.

Enfim, escrever ou falar que o conhecimento é construído socialmente é diferente de produzi-lo como tal; concedê-lo e acolhê-lo quando ele era contrário ou contrariado e, consequentemente, exigindo reformas e críticas, obrigou-me a refazer aquilo que parecia estar pronto. Após me apoquentar com o extraordinário, acabei me acostumando. A dificuldade, que, inicialmente, estava centrada nos estudantes da disciplina de Cálculo, coube-me ficar com um quinhão dela, a qual compartilhei com a turma. Aceitá-la e dividi-la com meus alunos, além de produzir facilidades, distribuiu responsabilidades.

Outro fato que merece destaque é que os alunos tiveram a oportunidade de expressarem suas dúvidas não só em relação ao Curso de Engenharia da Computação, mas também quanto à profissão que haviam escolhido. Para isso, contaram com os conhecimentos da Engenheira 1:

Aluno 1: Você começou a usar o Matlab no meio acadêmico ou após?

Engenheira 01: Não, foi depois, inclusive tinha uma disciplina, circuitos elétricos dois, que o professor, na época, falou que seria ideal a gente utilizar o software, mas como era caro e demora o processo de compra, acabou que a gente não usou, aí só depois da graduação que fui ter essa convivência com software, mas aqui na academia não.

Aluno 2: Como a senhora falou que trabalhou na época que estudou aqui, não tinha Matlab e outros softwares, no caso, a senhora defende que vale a pena usar o software, os alunos começarem a usar já na faculdade?

Engenheira 01: Sim, eu acho. E quando me formei, foi uma das deficiências que tive. Por não ter esse contato quando estudante e precisei estudar bastante para poder aprender a usar software quando saiu da faculdade, então.

Aluno 3: Porque eu acho que quando a gente sair da faculdade, a gente não vai mais querer trabalhar tanto com aquela parte braçal, então você acha que devemos sair daqui já com preparo nesses softwares?

Engenheira 01: Com certeza.

Aluno 4: Você dará continuidade a esses softwares na sua prática, na sua metodologia em sala? Porque querendo ou não, chega uma hora que ficamos desestimulados, cansados com a aula todo dia, aquele trabalho braçal você acaba cansando?

Engenheira 01: Assim, hoje não uso esses softwares justamente porque aqui não disponibiliza e nem todo aluno tem condições de trazer notebook já instalado. Hoje não utilizo. Seria ótimo, principalmente em convolução, que é um assunto que todo mundo sente dificuldade e não entende, eu ainda trago computador, faço exemplo para ver se entra, mas com a ajuda do software seria bem mais fácil.

Aluno 5: Realmente, dá para visualizar direito e assim no quadro fica meio confuso. É fica meio confuso.

Aluno 6: Quando você terminou a faculdade, qual foi a sua maior dificuldade?

Engenheira 01: Primeiro já tive uma dificuldade no estágio, porque na época até aparecer uma empresa e o requisito é que fosse homem, não poderia ser mulher, então já começou a ter problemas no estágio. Quando terminou o curso, pelo menos na minha época, porque hoje em dia vejo que continua parecido, mas, na minha época, era diurno, de manhã e de tarde, então a gente teve uma preparação muito boa, quando eu terminei fiquei naquela “e agora”?, porque não tenho emprego, você fica sem opção, ou você para e perde tempo para concurso ou parte para se profissionalizar e qualificar. Então, falei assim: “não vou parar para estudar para concurso”. Antes de terminar o curso, tinha um coordenador que começou a dizer “faça mestrado”. Comecei a estudar e partir para a área de mestrado.

Aluno 7: Mesmo assim a senhora conseguiu fazer estágio?

Engenheira 01: Conseguir fazer porque um amigo de meu pai tinha uma empresa que tinha um setor de informática e eu fui trabalhar com manutenção de computadores, coisa que um técnico faria, mas como precisava de um estágio para terminar a faculdade, foi esse mesmo.

Aluno 8: Enquanto estudante de engenharia da computação, você e 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 esse trabalho não sabia da importância do Cálculo, a gente ficava se perguntando para que isso aqui? Vai ser assim até o final do Curso. Muitas vezes, estudamos com raiva e fica falando que não vai usar nunca na vida, mas, lá na frente, você vai ver que precisa, é importante.

Engenheira 01: Essa questão de convolução eu penei na época para fazer análise de sinais e morrendo de raiva, estudando sem saber para que isso, sem entender, e, na realidade, é a base. E hoje aqui como professora dessa disciplina. Mas, se não soubesse a parte de Cálculo, não sairia nada. Então, você ver que tudo é a base, coisa que não entendemos enquanto estudamos, mas vocês vão saber.

As unidades de análises foram testadas e comprovadas pelas enunciações dos Engenheiros da Computação nas entrevistas e comentários dos alunos e dos professores colaboradores durante a intervenção. Evidentemente, a Etnomatemática não apareceu nas falas, mas na junção teoria e prática, e a articulação de ambas formaram sentidos pertencentes a esse campo.

Como não era/sou engenheira, na segunda unidade de análise, aparece a minha insuficiência, e, consequentemente, a forma de vida e linguagens da Engenharia da Computação me eram estranhas. Em vista disso, precisei ser auxiliada por esses colegas profissionais para aproximar seus jogos de linguagem aos da Matemática Acadêmica. A utilização do cálculo na forma de vida do Engenheiro da Computação é variável. Uma delas é exemplificada pelo professor de Robótica:

Aluno 1: Isso mesmo. Toast para integral e Euller para derivada, o senhor já ouviu falar? E qual foi o método que você usou para discretizar integral no seu arduíno?

Professor Robótica: Nesse aqui, eu usei um método mais básico, que é somar os valores em um intervalo de tempo. Por que a derivada não é um somatório? Ok? Então, você tem uma onda e quer discretizar isso aqui, pegar só alguns pontos. Então, primeiro você tem que quantizar e depois discretizar, e tudo isso aqui vai servir, o computador só conhecer esses pontos aqui e, a partir dos pontos, tenho meu intervalo de tempo e consigo fazer um somatório disso aí, isso aí tá limitador porque essas informações sumiram, posso ter uma variação nesses pontos aqui que não foi quantizado nem discretizado e não podem ser levados à consideração. Então, tem que pegar valores muitos pequenos, que foi o que nós fizemos aqui, intervalo muito pequeno, fazer a leitura e o somatório, isso seria o nosso caso, que foi o que a gente utilizou para o cálculo da integral, a derivada já seria a diferença da leitura atual da leitura anterior. Então, para a gente analisar a forma do sistema PID da integral, vou colocar aqui com texto aplicado na prática, então, a função aqui “u” do tempo “t”, tempo de controle, ou seja, quem eu vou passar para meu sistema aqui, qual o valor? Tem que aumentar aqui o 10 por cento e conseguir chegar até 100, só que eu quero saber quantos por cento a mais eu vou aplicar para a minha velocidade chegar a 40 km/h, ok? Então, esse "u" vai me definir quantos por cento. Então, essa situação leva em consideração as 3 funções da proporcional integral derivada e 3 constantes, cada uma para uma função, então, aqui a "kp" a proporcional à minha função de erro no tempo, eu vou somar os três valores, então, o proporcional do meu erro mais o integral do meu erro, então coloco no intervalo de "0" até "t", a função no tempo de x aqui, ok? Lembra desse intervalo "dt+Kd", que é a constante da derivada dt/r? Então, essa equação aqui é usada para controle muito utilizada hoje, ok? Então, utiliza ali para controlar aqueles braços robóticos para fabricar aquele carro, utiliza o controle da junta do meu robô, assim que consegue andar e abrir e fechar os dedos, movimentar a cabeça, a velocidade de um carro.

Aluno 2: Nossa, quanta importância tem o Cálculo na nossa vida.

Assim, passo à terceira unidade de análise, que surgiu das anteriores, dos efeitos da aproximação dos jogos de linguagem dos Engenheiros da Computação com os da Matemática Acadêmica. Uma parceria que nasceu da necessidade das partes; de reafirmar a importância das duas e não na exclusão de uma delas; do reconhecimento efetivado e estabelecido, embora dela emergissem inquietações e angústias que costumam aparecer sempre que algo novo se impõe.

4.3 Terceira Unidade de Análise: a parceria dos engenheiros com a professora pesquisadora provocou inquietações

A terceira unidade de análise aborda algumas consequências das causas e efeitos da segunda análise. A colaboração dos engenheiros foi essencial; porém teve limitações e implicações. Ao aprender um novo idioma, outra matemática, nesse caso, a dos Engenheiros da Computação, precisei conhecer e assimilar os seus discursos e articulações, exigindo de mim grande esforço. Este tornou-se bilateral, isto é, aprender a forma de vida dos Engenheiros da Computação e ensinar a Matemática na forma de vida para os meus discentes.

É importante frisar que o mesmo aconteceu com eles – meus alunos. Assim, aprendíamos juntos novos conceitos e as operações. Como era/sou professora de Matemática e pesquisadora, mas não engenheira, processos fortes exigiram de mim adaptação imediata. Não naveguei em um "mar de rosas"; a pesquisa não foi 100% sublime; não sorri apenas; precisei "chorar". A minha forma era apenas aula 1: Integral Indefinida; aula 2: Calcular Áreas com Integral. E, de repente, deparei-me com duas estranhas: uma engenheira e eu – transformada -, algo nada fácil de enfrentar. Até meu bom-dia passou a ter dois tons; as formas espontâneas se tornaram raras; meu olhar era antenado e meus ouvidos, bem mais atentos. Tornei-me novamente aluna ao assistir à aula da Engenheira 1 na disciplina de Análises de Sinais, pois, como professora de Cálculo, meu conhecimento nesse ramo era limitado. Embora dominasse bem meu assunto e realizasse com extremo louvor minha docência, era preciso conhecer e assimilar a forma de vida desses profissionais.

Ademais, precisei rever a Linguagem de Programação para elaborar minhas atividades da prática pedagógica. Como anteriormente cursara Engenharia Elétrica, não tive maiores dificuldades na Licenciatura em Matemática. Mas aprender conteúdos pertencentes à forma de vida dos alunos, como os softwares e os assuntos sobre sinais, integrais de convolução ensinados pela Engenheira 1, foi essencial.

Esta unidade de análise produziu mudanças significativas em minha prática pedagógica, pois eu, como docente, tornei-me mais compreensiva e condescendente com o não saber dos alunos. Fortalecer a paciência exigiu de mim crescimento e amadurecimento. A atividade do professor é transmitir o saber conhecido a quem ainda o ignora, e isso, não raro, denota inteligência e destreza, que testadas quando se navega em mares desconhecidos revelam-se uma ilusão, cujo resultado é a decepção.

A alienação de pensar que tudo sabemos dificulta a sabedoria de identificar “o não saber”. Assim, foram muitos os obstáculos que encontrei na escalada a outros patamares, ficando a certeza de que muito mais “não saber” ficou oculto, limitado por mil resistências ao sofrimento. Sim, às vezes, uma ideia, a mais absurda e impossível, implanta-se com tamanha força que acaba se impondo e convencendo de sua viabilidade, especialmente se ela estiver ligada a um forte desejo de superação. E foi isso que aconteceu comigo: vencia as dificuldades à medida que era pressionada por uma orientadora “*padin*”[4].

[4] Em polonês arcaico significa senhora muito exigente.

Esta unidade de análise também é sustentada pela Etnomatemática, uma teoria em movimento; logo, incompleta, mas que tem contribuído para o desenvolvimento científico do ensino da Matemática, inserindo-se no ambiente de pesquisa científica de maneira crítica e socialmente engajada. Uma de suas principais características é a retomada da “realidade” no estudo da citada disciplina, mas, para isso, é preciso sair da sala de aula e introduzi-lo no mundo social. Conforme Knijnik et al (2012, p. 67),

> E para que esse "sair da sala de aula" possibilitasse efetivamente a compreensão do mundo social, "o caminho para isso [seria] a reflexão e a discussão"(Veiga Neto, 1996b, p. 167) uma reflexão e uma discussão cujo objetivo não se limitaria a uma mera descrição "do que aí está", mas, ao contrário, tivesse como foco "empoderar" o sujeito escolar, tornando-o autônomo e crítico, de modo a ser um agente da necessária transformação dessa "realidade".

No entanto, esse processo não tem acontecido de forma tranquila; ao contrário, enfrentei muitos obstáculos em sua implantação. Estes se fizeram presentes em vários níveis, desde a estrutura do currículo escolar ás mentalidades de professores e alunos. Empoderar o sujeito escolar e realizar uma operação de transferência de significados do mundo social para a Matemática Acadêmica se revelou extremamente complexo, exigindo uma luta tenaz contra nossa própria estrutura de significâncias.

> Professores e professoras se sentem pressionados por "cumprir o programa". Resistem ao "novo", não porque avaliem que seu trabalho docente usual esteja produzindo tão bons resultados, mas porque temem se aventurar por caminhos outros que não aqueles nos quais realizaram seus estudos e sua formação profissional (IBDEM, p. 85).

Aluno 1: No começo, a gente estava participando por causa dos pontos, pois a gente tinha medo da disciplina. Mas, com o passar do tempo, foi show de bola, sei lá, como se abrisse novos horizontes e a gente não precisasse de pontos. Eu não quis perder nenhum encontro, entendeu?

Aluno 2: Apesar de ter sido corrido, a gente teve oportunidade de ver na prática, de entender o que estávamos calculando. A gente aprendeu bastante, eu pensei “nossa o pessoal já quase terminando a faculdade e nem viu nenhum software e eu iniciando já usei”, fiquei de cara.

Pesquisadora: Como professora, me senti um pouco pressionada porque, em momentos, fui pesquisadora aplicando a prática e, em outros momentos, tinha que ser professora, porque tenho compromisso com a faculdade, para ensinar uma ementa tenho que seguir o plano de curso. Sei que vocês sentiram quando acelerei, foi bastante complicado para mim também.

Aluno 3: Oxê, você voou. Mesmo assim, pra mim valeu a pena, ficou bem interessante, porque a gente viu a aplicação do que a gente estava aprendendo aqui na sala. Me interessei de querer entender mais os assuntos em sala de aula. E estudei muito para a construção do software, me senti engenheiro, foi massa.

Aluno 4: E a compreensão também é bem mais fácil quando se ver na prática. Então, acabou que mesmo a gente podendo não ter visto com aquele detalhamento todo, mais como estava na prática, acabou não tendo dificuldade para poder aprender.

Aluno 5: É isso. Acabou tendo interdisciplinaridade, porque teve programação, Física, Cálculo e, no nosso caso, teve muita programação, teve parte de hardware. A gente teve que estudar Química também, porque trabalhamos com iluminação e acabou juntando várias matérias.

Ainda conforme as autoras acima mencionadas, a Etnomatemática apresenta outras possibilidades na Educação Matemática. No entanto, o novo, geralmente, assusta e necessita de uma dosagem de aventura, onde as transformações sociais acontecem ao nível da subjetividade e da nossa visão de mundo. A verdade é que os ecos do poder formal e eurocêntrico têm ressoado em nossa alma, tornando-nos ávidos de seus modos e valores. Essa resistência também tem acontecido entre os alunos, conforme eles mesmos afirmaram.

> Os próprios alunos resistem "ao novo", porque a eles foi ensinado - de múltiplas formas - que aula de Matemática é um território neutro, em que a exatidão, o resultado único, a abstração reina soberanas e seu reinado não pode ser perturbado pelas coisas "mundanas" (IBDEM, p. 85).

A Matemática tem sido considerada a Rainha das Ciências; sua áurea, santificada pela exatidão e imparcialidade, parece revesti-la de algo inumano, como se ela não fosse produto da humanidade, e seus axiomas e verdades inabaláveis deveriam permanecer intocados sob a pena de pecado mortal. Por tudo isso é que a luta, no campo do ensino da Matemática, tornou-se mais aguda, e suas conquistas, por menores que tenham sido, avançaram nesse solo sagrado, construindo um sujeito crítico e transformador.

Nesta unidade de análise circula não apenas a subjetividade, mas todo o espectro existencial, histórico, social, epistemológico e educacional. As transformações internas e as exigências com sua própria subjetividade levam ao professor que investe em uma prática pedagógica calcada na Etnomatemática muito sofrimento, pois as estruturas de poder estabelecidas se estabelecem como área de conforto, onde a professora foi formada e seu desenvolvimento profissional foi construído. Diante disso, tem que perder, cortar, suar e chorar para chegar a pequenas conquistas na luta interna de se tornar sujeito de seu fazer. Essa “fragilidade” ultrapassa as questões pessoais, a insuficiência é uma condição do indivíduo, presente também na Matemática Acadêmica para o ensino de Cálculo na Engenharia da Computação.

A resistência à dosagem de aprender foi perdendo força, sendo substituída pelo aprazimento de constatar o entusiasmo dos alunos. Se a contemplação da impotência é triste, iniciar um projeto, executá-lo e contar com a participação ativa dos discentes, para os meus olhos de pesquisadora, é uma aventura miraculosa. Assim, confirmou-se o entrelaçamento das três categorias (eu - professora pesquisadora -, professores engenheiros e alunos), ou seja, juntos, ensinamos, aprendemos e favorecemos a aprendizagem da disciplina de Cálculo para Engenharia da Computação da FAINOR.

Ao vivenciarem sua inclusão na construção do conhecimento, os alunos demonstraram sua satisfação, sentindo-se também protagonistas nesse processo. “Com este trabalho, me senti um aluno de Engenharia da Computação”. Ele abriu meus horizontes de pensar diferente esse mundo maravilhoso da computação”. “A gente transformou a integral na equação simples da matemática” são algumas das declarações que comprovam esses sentimentos. Abaixo, encontram-se mais enunciações:

Equipe 2:
Aluno 1: Com esse trabalho, me senti um aluno de Engenharia da Computação de fato. Viramos três noites seguidas pesquisando, lendo um monte de assunto pra poder construir ele, e me senti tão empolgado trabalhando com esse mundo maravilhoso da computação que nem senti cansaço. E esse projeto, como falei, nos abriu horizontes de pensar de várias formas diferentes e a gente está querendo seguir com esse projeto adiante para melhorar. Bom, entrevistamos primeiro o nosso futuro professor que é também engenheiro. Ele deu uma explicação para a gente de conversão de sinal, só que a gente queria trabalhar com algo diferente, aí começamos a pesquisar intensamente e descobrimos esse cálculo “PID”, que é o controle proporcional integral e derivativo, e aí a gente foi pesquisar para ele e ele falou que não existia e o que era legal para a gente era fazer uma integral certinha e dá uma aplicação diferente e melhorada. A gente começou a pesquisar mais ainda e teve a ideia de usar o cálculo “PID” para controlar a luminosidade de um ambiente.

Aluno 2: A gente transformou a integral na equação simples da Matemática pela capacidade de processamento de um micro controlador que tem um cálculo da integral bem complexo no micro controlador e como professor [...]tinha dito que a gente não iria conseguir implementar o cálculo da integral direto no Arduíno, tivemos que procurar um método de quebrar em parte, que é a discretização. Então, a gente buscou esse método de discretização para poder implementar no Arduíno para desenvolver o projeto.

Aluno 3: Para resumir, tem um sensor que vai obter a luminosidade; esse sensor vai passar para outros dados o micro controlador, e esse micro controlador vai controlar a abertura e o fechamento, dependendo da luminosidade que vamos colocar aqui. Independentemente de estar fechada.

Aluno 4: Muita luminosidade entrando, ela tenta concertar esse tipo de luminosidade, se você apagar a luz ela vai conseguir. Como a luminosidade é menor, ela consegue controlar esse tipo de luminosidade de entrada. Por exemplo, nosso colega vai filmar, quando ligar com flash do celular, ela vai tentar controlar a luminosidade que está entrando e depois ele seta a entrada proporcionalmente à luminosidade externa. Se você acender a luz agora, que é a função do PID, busca sempre o sistema.

Na enunciação acima da aluna 2, equipe 2, aparece a palavra “Arduíno”, sobre a qual penso ser importante acrescentar algumas informações. Wildner (2015, p. 32), em sua dissertação, esclarece que o material para construção de robôs é muito caro e a placa Arduíno é de baixo custo, por isso é muito utilizada. Abaixo, encontram-se mais explicações da autora sobre essa placa eletrônica para robôs:

> Algumas escolas já vêm utilizando a Robótica em suas práticas pedagógicas, criando, dessa forma, projetos interdisciplinares. Para isso, a maioria utiliza os recursos da LEGO, como o Mindstorms. Nesta pesquisa, inicialmente, havia pensado em utilizá-lo. Porém, como se trata de um recurso de alto custo e a escola onde foi realizada a intervenção prática só possuía um deles, optei por uma alternativa mais barata, mas que permitiu o desenvolvimento do mesmo trabalho, atingindo, assim, os objetivos propostos. Assim, surgiu a ideia de utilizar o Arduíno, uma alternativa de baixo custo (IBDEM, 2015, p. 37 – 38).

Assim, os enunciados da Engenharia da Computação e os da minha sala de aula - carregada de circuitos e softwares - foram entrelaçando o meu discurso em Cálculo. Por um lado, isso fazia parte do momento histórico, onde a tecnologia atravessava a existência e se impunha como necessidade; por outro, percebo agora a especificidade do meu trabalho que recorta, nesse momento, a possibilidade de um ensino de Matemática identificado com a forma de vida dos Engenheiros da Computação.

No próximo capítulo, relato a chegada ao esperado porto, trazendo em minha bagagem a esperança de outros começos. Minha caminhada foi produtiva, afinal elaborei uma dissertação que, por não ser definitiva, aponta para outros movimentos de pesquisa. Penso ser importante lembrar que muitas árvores demoram mais para dar frutos, como no meu caso. Entre avanços e recuos, venci uma etapa que vislumbra retornos.

5 O PORTO: IMPLICAÇÕES PEDAGÓGICAS PARA O ENSINO DE CÁLCULO NA ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

Abro o último capítulo desta dissertação com o poema de meu pai, a mim dedicado quando me encontrava desesperada.

> Passado, passando, passo.
> Feito de passado que se amontoa,
> O presente é a surpresa que me apavora,
> Mas logo passa o medo insano,
> Passo a passo torna-se passado,
> Esse insolente.
>
> Olho o futuro com ansiedade,
> Ao mesmo tempo receio guardo.
> Olhar ambíguo teme e deseja,
> Talvez por isso tenha dois olhos.
>
> Como eu gostaria de deitar fora,
> Todo esse peso que se debruça sobre o presente.
> Ser um momento, leve instante.
> Mas nada posso ante o que passa,
> Em sua marcha que esmaga tudo,
> Tudo em passado passando torna.
>
> Minha memória não é gaveta,
> Onde as lembranças guardo com zelo.
> Não há gaveta, não há vontade,
> Essa força é uma gravidade,
> Passa incessantemente,
> Não pede passagem nem escolhemos guardá-la.
>
> O fato de tudo ser passado
> É absoluto.
> Esse verso agora já foi tragado por ele.
>
> O passado aumenta incessantemente,
> E se conserva indefinidamente.
>
> Essa força empurra tudo,

A laranja para suco,
O bagaço para lixo,
O botão para flor,
A pequena semente
Em laranjeira
E em laranja de novo.

Novo, novo,
Nada mais é que passado.
Aliás, só é novo por que há passado.

Feito de passado passa por novo como um relâmpago,
E torna-se passado.

Essa madrugada vai tecendo de suas entranhas,
O amanhecer que se insinua,
Feito da madrugada que passou,
O amanhecer logo fará o mesmo.

Porém não existe um futuro à frente, pronto esperando virar passado.
Esse futuro será criado pelo passado que se amontoa.

Tento me agarrar nas palavras,
Fixar nelas algum sentimento.
Porém elas são feitas de vento,
Pequeno sopro que nasce do silêncio.
Vitória da Conquista, 22/06/2015

Realmente, nessa caminhada, deparei-me com momentos difíceis. As incertezas e ansiedades eram frequentes e vinham acompanhadas de sentimentos contraditórios: por um lado, tencionava desistir, fugir da situação em que me encontrava; por outro, tinha a certeza de que chegaria ao porto e sairia renovada. Ademais, o término de meu trabalho de pesquisa não representaria uma despedida definitiva; ao contrário, havia a promessa de voltar e retomar meus estudos em outras circunstâncias. As lembranças formariam um tecido novo para uma roupa nova; entretanto, isso não significava descartar as usadas. Hoje, posso afirmar que essas previsões se confirmaram.

A navegação desta pesquisa imaginava-a semelhante à beleza da descoberta do Brasil após uma viagem sofrida e longa, cheia de dúvidas e desconfianças: da mesma forma que os “descobridores”, encontrava-me em um lugar distante de minha cultura e de meus afetos.

Com certeza, muito mais há o que aprender, pois considero que as limitações se fazem presentes neste meu estudo. Os saberes nele existentes não são os melhores tampouco os mais certos; apenas estão inseridos num jogo de linguagem e forma de vida que produziram sentidos ao meu fazer. Ao construí-los, almejava desenvolver de outra forma o Cálculo Diferencial e Integral II no Curso de Engenharia da Computação. Neste sentido, minhas descobertas foram plantadas e geraram frutos à minha docência e prática pedagógica.

Pressuponho ser um Porto um local de descarregamento e início de um novo frete, pois idas e voltas fazem parte das minhas caminhadas. Nestas, as experiências precisam ser aprofundadas, o que é desafiador, como é o caso do Capítulo 4 com as unidades de análises, embora as intenções tenham sido as melhores e o esforço, enorme.

Cabe relembrar que considero a chegada ao Porto uma viagem inacabada, pois ela simboliza o surgimento de uma nova Mariana, cujas conquistas foram significativas; dentre elas, aprender, sob a supervisão de minha orientadora, a escrita acadêmica. Esta, por sua vez, concedeu-me a liberdade de expressão, já que a poesia, frequentemente, invadia seu espaço. Ademais, as disciplinas do Mestrado, cada uma à sua maneira, contribuíram para meu processo formativo.

Entretanto, a navegação não foi "um mar de rosas"; inúmeras foram as dificuldades com a quais me deparei e que resultavam em choros solitários. Estes, desde cedo, aprendi com meu pais a evitá-los em público sob pena de parecer ridícula. Por isso, à medida que se aproxima o dia de enfrentar a banca (a quem agradeço pelas considerações), embora a ansiedade, sinto a alegria da vitória e, com ela, o peso da responsabilidade. Ainda, existe a possibilidade de as lágrimas voltarem, como sempre, no aconchego de minha casa.

O título deste capítulo revela transformações, alternâncias de rotas e de ventos, que levaram o meu barco de pesquisa a novas descobertas e portos. O uso dessa metáfora simboliza um período em que me dediquei a intensos estudos, os quais me proporcionaram crescimentos humano e intelectual. Nesse sentido, permito-me afirmar que meu empenho implicou mudanças significativas em minha prática pedagógica no ensino de Cálculo para Engenheiros da Computação, contemplando os objetivos iniciais desta pesquisa.

A Engenharia da Computação, que representa uma forma de vida específica, envolve um ramo da Engenharia que lida com a realização de projetos e construção de computadores e de sistemas que integram o hardware e o software. Neste sentido, viabiliza a produção de novas máquinas e de equipamentos computacionais para serem utilizados em diversos setores. Nessas práticas laborais, é fundamental o uso de conceitos matemáticos, como equações, funções, matrizes, geometria e cálculo.

Conforme demonstrei no capítulo anterior, os objetivos da pesquisa foram atingidos, embora sofressem alguns ajustes. Como exemplo, cito o objetivo geral, que, a princípio, visava problematizar práticas pedagógicas da disciplina de Cálculo II em Cursos de Engenharia, adequou-se ao da Engenharia da Computação. Quanto aos específicos, ficaram assim constituídos: (a) Examinar como um grupo de Engenheiros da Computação opera com conceitos matemáticos em suas práticas laborais; (b) Elaborar e explorar uma prática pedagógica centrada nas práticas laborais examinadas.

Em relação ao objetivo (a), observei que os engenheiros utilizavam os conceitos matemáticos em programas de computador; suas práticas matemáticas estavam automatizadas e as interpretações dos fenômenos, geralmente, apresentavam-se em formas de gráficos e tabelas. O programa *Matlab* esteve presente em todos os ambientes de trabalho desses profissionais, que, sem exceção, declararam utilizá-lo. Ademais, o cálculo da área da integral e a definição de seu valor médio eram conteúdos que, geralmente, envolviam suas atividades, conforme as citações que seguem:

Aluno 1: É necessário saber resolver integral a mão ou qualquer programa pode ser utilizado?

Professor Robótica: Você está dizendo, cálculo a mão, não é? Você tem que conferir, mas precisa da integral de qualquer forma para seu controle, e as técnicas de integral não é o mesmo que você faz no caderno como se faz manualmente. Fazendo o cálculo passo a passo, você tem metodologias e processos numéricos de calcular integral, então você precisa saber o que é integral e saber calcular, ok? Mas, quando estiverem trabalhando, irão utilizar softwares para a realização desses cálculos. Eu utilizo o *Matlab*, por ser amplo e rápido. Assim, como a maioria dos engenheiros também utiliza com maior frequência o *Matlab.*

Aluno 2: Então, seria usado para conferir os cálculos, ok?

Professor de Robótica: Então, esta integral aqui que usei ninguém vai tentar encontrar a forma de construir a integral de forma mais precisa. Existem formas mais precisas, existe “n” métodos de construção de integral. Você não vai construir uma integral a mão, um projeto desse tipo a gente tem que encontrar erros, agora você tem que ter conhecimento do que é integral. Para que serve integral? Nada do que você, você pode simplesmente, por exemplo, tem essa equação aqui eu sei que é 10 ou 20, eu solto? Não, porque você vai usar seu sistema, ele está oscilando demais. Por que está oscilando demais? Qual é a característica da função que estou integralizando que eu estou derivando, ok? Então, precisamos ter o conhecimento. A gente pode fazer um teste de integrar a função de ver RO valor real da função: qual é o valor discretizada que o computador está encontrando? Temos que ver se não está muito distante, se o intervalo e tempo escolhido não deixou muita informação fora do cálculo. Ok?

Os conceitos matemáticos não apenas auxiliaram na compreensão dos fenômenos encontrados nas práticas dos engenheiros, mas se apresentaram como forma de expressão precisa e confiável para esses fenômenos. Entretanto, ao ser inserido na forma de vida desses profissionais, o ensino da Matemática Acadêmica sofreu uma transformação devido à ausência da Matemática Pura nessas práticas. O que existiu foi apenas um jogo de conceitos, uma interpretação de fenômenos físicos e de funcionamentos de mecanismos e artefatos. Logo, na Engenharia da Computação, parecia haver uma matemática encarnada de materialidade, ou seja, corpórea, adquirindo, assim, uma textura geométrica. Wanderer, em artigo publicado no Observatório da Educação I: Tendências no Ensino de Matemática (2014, p. 12), cita que

> Lizcano destaca, ainda, que se pode compreender por matemática acadêmica “o desenvolvimento de uma série de formalismo característicos da maneira peculiar que tem certa tribo de origem europeia de entender o mundo” (IBIDEM, p. 126). Tal série condensa um modo muito particular de conceder o tempo e o espaço, de classificar, de instituir o que é possível e o que é impossível, constituindo-se em um conjunto de crenças muito particulares que se impôs com as marcas de exatidão, pureza e universalidade.

Essa pureza e universalidade foram questionadas na investigação com a introdução das práticas laborais dos engenheiros, e a Matemática adquiriu o sotaque de “outra tribo” – o dos engenheiros -, que imprimiram aos conceitos matemáticos outra atmosfera. Esta se revelou pesada; as abstrações alcançaram uma geometria (os gráficos) e os conceitos passaram de leves brisas ao jorrar de um mar de ondas e tormentas navegado pela pesquisa invadindo o ensino de Matemática nos Cursos de Engenharia.

O segundo objetivo específico - Elaborar e explorar uma prática pedagógica centrada nas práticas laborais examinadas –, que, inicialmente, propunha-se a melhorar a prática pedagógica, surpreendentemente, foi além disso. O uso dos softwares provocou mudanças significativas, amalgamando a professora e a pesquisadora em que me transformei. A cultura, que, geralmente, expressava o "ser professora de Matemática", revelou-se um processo inacabado; na realidade, o fazer-se professora é uma tarefa diária na qual tudo se move; o solo onde se ensina e se aprende essa disciplina é movediço; todo dia precisamos refazer os caminhos. Penso que essa nova visão se assemelha à introdução das redes sociais na vida moderna.

Conforme informei no capítulo das observações da prática laboral dos engenheiros, o software *Matlab* foi utilizado na sala de aula. Primeiramente, desenvolvi uma aula expositiva no quadro branco onde abordei o assunto cálculo, momento em que expliquei os conceitos, realizei os devidos cálculos da integral e de seu valor médio, além de sua utilização na medição de áreas. No segundo encontro, utilizei o *Matlab* para desenvolver o mesmo conteúdo. Conforme expus no capítulo anterior, os alunos atingiram um maior rendimento e apresentaram uma melhor desenvoltura na resolução dos problemas e na compreensão dos conceitos. O tratamento dos conceitos geometricamente fornecido pelo programa se revelou um elemento facilitador de acordo com as declarações de alguns alunos:

Pesquisadora: Agora resolvam o problema 2 manualmente e depois no *Matlab*.

Aluno 1: Hum, é o mesmo esquema da aula passada, né? Porque trata de integral definida.

Pesquisadora: Correto.

Aluno 2: Professora, na aula passada, nós usamos a calculadora. Desta vez, podemos? Porque as contas estão enormes.

Pesquisadora: Claro. Esta questão vocês só conseguiram resolver com o auxílio da calculadora ou de algum software.

Aluno 3: Estou percebendo aqui. Precisa fazer na mão mesmo? Posso fazer logo no software? (Risos)

Aluno 4: Professora, confere aqui se está certo.

Pesquisadora: No seu cálculo, tem um zero a mais. Estão errando alguma conta. Refaçam.

Aluno 5: Tenho que achar a raiz?

Pesquisadora: O que você acha?

Aluno 5: Não.

Pesquisadora: Por quê?

Aluno 5: Porque temos que integrar as raízes?

Pesquisadora: Muito bem.

Aluno 6: Estamos fazendo aqui, e pelo que eu entendi tem que integrar de 0 a 24. Pelo que eu entendi ali no problema, ele está querendo uma média. Assim, tem que usar a fórmula do valor médio, isso?

Pesquisadora: Sim, isso mesmo.

Aluno 7: Professora, olha aqui. O que está faltando?

Pesquisadora: Tem certeza que dá esse valor? Olhe o que está escrito no problema. Obtenha uma aproximação do custo médio. O que isso quer dizer? O que faltou você fazer?

Aluno 8: Ah! Consegui. Tinha que usar a fórmula.

Aluno 9: Pró, no problema, não pediu para fazer o gráfico. Entendemos melhor depois que o programa fez o gráfico. Tem problema?

Pesquisadora: Deixe-me ver. Está certinho, muito bem.

Aluno 10: Faça-me um favor professora: olhe o nosso.

Pesquisadora: Cuidado com a linguagem de programação. Quando você for digitar a função, tem que ser dentro da fórmula.
Aluno 11: Ah! Esqueci de multiplicar pela integral.

Sintetizando, o *Matlab,* ao tratar geometricamente a integral, aproximou os conceitos matemáticos da forma de vida dos engenheiros, concedendo à Matemática Pura uma corporeidade e, por meio dessa proximidade, facilitou aos alunos a compreensão dos conteúdos. Essas atividades foram realizadas em conformidade com as observações das práticas laborais dos engenheiros. Nesses encontros, também houve uma sondagem em uma turma de Cálculo II onde percebi que o programa *Matlab* contribuiu para uma maior desenvoltura dos discentes no trato dos conceitos.

Esses fatos me levaram a inferir que o uso do *Matlab* foi essencial ao ensino de Cálculo para alunos de Engenharia. Essa constatação foi discutida em reunião Conjunta dos Colegiados de Engenharias da FAINOR, ocasião em que ficou decidida a compra desse *Software* pela Faculdade e contou com anuência de todos os professores de Engenharia, bem como dos engenheiros. A decisão da Instituição em providenciar imediatamente a aquisição dessa ferramenta beneficiará amplamente os alunos das disciplinas de Cálculo nos semestres vindouros.

Na última atividade, os alunos declararam preferir o *Geogebra* ao *Matlab* na construção dos gráficos, pois, de acordo com eles, o primeiro oferecia uma melhor visualização, além de ser mais fácil. Porém, elegeram o segundo como o mais adequado à realização dos cálculos.

Aluno 1: Acho que os softwares também foram muito importantes porque, por exemplo, o no *Geogebra,* foi muito fácil de construir o gráfico para a gente. Já o Matlab, apesar de mais complexo, foi mais importante porque tinha a linguagem de programação mais intensa, depois tinha que copilar. Além disso, ele faz os cálculos de integrais bem rapidinho.

Aluno 2: Nessa questão do gráfico, o pessoal que está fazendo cálculo três não chegou a usar o software e eles estão sentindo dificuldade quando se pega integral para eles enxergarem gráfico em 3D.

Aluno 3: A abrangência do Matlab é muito grande, a gente trabalhou uma pequena parte, só que ele trabalha até com rede neural. Professor de linguagem de programação[...]tinha comentado com a gente que ele tinha até ideia de, na próxima semana de engenharia daqui da FAINOR, dar um minicurso sobre o Matlab, pois é utilizado praticamente em todas as áreas de Engenharia de Computação. Ele é muito extenso, nele dá para fazer quase tudo.

Aluno 4: 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.

Aluno 5: No meu caso mesmo, tenho muita dificuldade de construir gráficos e por conseguir fazer no Geogebra foi um alívio para mim. Com poucos comandos, ele fez o gráfico. E fica super bonitinho, todo coloridinho.

Esse fato comprova que os objetivos não só foram alcançados, mas excederam as expectativas, haja vista as transformações ocorridas nas práticas de

Matema e de Tica, além de em outras no Curso de Engenharia. A compra do software representou o reconhecimento da importância dessa ferramenta, inclusive pelos demais professores que também o utilizarão. Posso afirmar ter sido esse o porto de chegada.

A introdução desse software nas aulas de Cálculo representou mais que um recurso didático, pois inseriu a pesquisa na Etnomatemática. Esse fazer se manifestou no encontro de jogos de linguagem por aproximação de família, o que beneficiou os Cursos de Engenharia e motivou os alunos a se tornarem pesquisadores. Ademais, pela primeira vez, os estudantes de Cálculo produziram trabalhos escritos e participaram da SET (Semana de Engenharia e Tecnologias) da FAINOR. As equipes 1, 2 e 3 apresentaram com louvor seus projetos. É importante destacar que os alunos da equipe 2 foram convidados a participar do Projeto de Robótica do Laboratório da UESB (Universidade Estadual da Bahia).

Aluno 1: Essa prática em construir um hardware e escrever um *paper* sobre isso, me estimulou tanto que me interessei em participar pela primeira vez da SET.

Uma mudança significativa na pratica pedagógica se deveu ao início dos conteúdos de Cálculo a partir de problemas e oportunizar aos estudantes as atividades de pesquisa. Entre estas, encontra-se a criação de artefatos para serem utilizados ou representados os cálculos com integral. Como resultado, os alunos apresentaram caixas com controle de luz onde a luminosidade crescia em função da abertura de uma janela e a representação matemática desse fenômeno era com o uso de integral.

A pesquisa da forma de vida dos engenheiros nos Cursos de Engenharia alterou totalmente a disciplina Cálculo II. Essa mudança favoreceu a motivação dos alunos, levando-os a se interessarem mais pelas aulas. Na citação abaixo, Knijnik (2000, p.15) sustenta que,

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

O porto de chegada foi então o mesmo do de saída – Etnomatemática, a navegação e a pesquisa representaram as formas de verificação, o enriquecimento dos estudos e a conclusão de a Matemática, como produto, é cultural e não tem uma supremacia epistemológica.

Apesar da afirmação poética de que pesquisar é preciso, viver não é preciso, todo barco anseia por chegar a um porto, e o fim da navegação, evidentemente, propicia outras experiências. Neste capítulo - das considerações finais -, o Porto é um bom recurso de expressão (figura de linguagem) que, por representar uma parada, aponta para possíveis partidas a novas investigações com a suspeita de que o caminho a ser percorrido trará surpresas e conhecimentos.

Talvez, as lacunas e desejos deixados pela aventura de “Nas Velas da Etnomatemática” exijam mais uma viagem. No inventário da primeira conquista, coube inteiramente a mim, como pesquisadora, a disposição e a decisão de percorrer esse caminho cheio de experiências formativas e do qual ninguém poderá me separar: o Diploma de Mestre Em Ensino de Ciências Exatas outorgado pela UNIVATES. As modificações ocorridas no meu corpo e alma são propriedades imateriais impossíveis de alienar.

Como professora de Cálculo, vivo para as trocas e doações; a parte da herança que me coube pertence também aos alunos e colegas professores, pois foi construída socialmente; portanto, é patrimônio de todos. Tornei-me uma professora inserida no Campo da Etnomatemática e, dessa forma, as relações ensino e aprendizagem jamais serão de uma única via. O trânsito dos saberes tem mão dupla e sempre que se ensina, aprende-se. Essa é a forma generosa de se trabalhar o ensino, a educação e a aprendizagem em Matemática.

A existência de tensões me parece óbvia e está exposta em todos os capítulos desta pesquisa. A conflito entre os jogos de linguagem, hábitos e mudanças, tradição e mundo social, mestranda e sua orientadora, professora e pesquisadora foram constantes. Enfim, tudo esteve em movimento e, quanto este acontece, há atritos, resistências, que, no final, dialeticamente, ajudam a síntese final, equilibram, limitam e dão forma. Esta dissertação é a síntese de forças em luta tanto do mundo interior quanto do meio social ao qual pertenço. O velho e o novo se anulam para fazer o que é - o real -, que se configura como resultado de sonhos e frustações.

Mas sem tensão e atrito não há prazer; a faísca de luz possível nesta dissertação se originou das desavenças; os contrários em luta seguiram uma terceira direção, que guarda um pouco de cada posição anterior. Muitas mudanças aconteceram em minha prática pedagógica com a presença da Etnomatemática; entretanto, muito da Matemática Acadêmica permaneceu. Logo, o resultado é um fazer híbrido, misturado. Nesse sentido, minhas conquistas podem ser assim elencadas:

- A Matemática Acadêmica é uma Etnomatemática e, como tal, faz parte da formação dos engenheiros e seus saberes. Porém, parece necessária uma abertura para a linguagem de sua própria cultura, pois os aparelhos, programas e objetos desses profissionais formam uma prática discursiva que enriquece o ensino de Matemática, especificamente o de Cálculo, objeto desta pesquisa.

- As novas possibilidades no ensino de Cálculo no curso de Engenheira da Computação necessitaram da colaboração dos Engenheiros da Computação nas suas formas de vida. Evidentemente que essa colaboração ocorreu sob fortes tensões; de minha parte, elas surgiam à medida que eu me certificava da existência da Matemática dos Engenheiros da Computação e da revelação de suas formas de vida desenvolverem atividades exigentes de acertos, acordos e negociações. Nesse sentido, estabelecemos uma parceria em que as duas partes seriam contempladas, isto é, a forma de vida de uma não se sobreporia à outra; ambas seriam preservadas.

- Assim, embora não pertencêssemos à mesma forma de vida, caminhamos lado a lado e construímos conexões que surgiam juntamente com as diferenças.

O conhecimento produzido “Nas Velas da Etnomatemática” transcendeu às conquistas pedagógicas. Ouvir os discursos dos engenheiros e alunos resultou em um saber que se socializou e fez circular a verdade na horizontalidade. Essa conquista ultrapassou minhas expectativas como professora, tornando-me mais humana, solidária, humilde e menos solitária. Agora, posso afirmar que faço parte de um programa de pesquisa que é local e nele existe a troca de conhecimentos, e a solidão da docência cedeu espaço à escolha dos conteúdos em conjunto com os alunos. Entretanto, as pressuposições persistiram, e, com elas, questões sem respostas:

- Será que essa prática discursiva dos engenheiros não deveria dialogar não apenas na prática pedagógica, mas no programa de Matemática para os Cursos de Engenharia? Por que os professores de Matemática não entendem o saber dos cálculos dos Engenheiros?

- Será que o saber supremo não passa de um velho hábito hierarquizado e essencialista que vai da teoria para a prática revelando um intelectualismo que despreza o corpo e a atividade?

Talvez, em outra investigação, essas questões possam ser respondidas. Em quase todas as pesquisas sobre Educação Matemática visando à escrita desta dissertação, deparei-me com a questão do professor versus o pesquisador, ambos universalizados. Entretanto, os teóricos combatem a essencialidade e a universalidade. Quanto aos meus conflitos, não foram sequer colocados, pois não apareci durante toda a navegação. Então, questiono-me: é a utilização que dá sentido às coisas e às palavras? Eu, pesquisadora, concluí que tenho apenas um “eu”, que aprendeu, ensinou e pesquisou de forma tão próxima à professora que ambas se fundiram na prática. Conforme Condé,

> [...] nas Investigações, Wittensgein explica o conceito de Bedeutung através do uso que fazemos de palavras e expressões. Entretanto, como veremos o uso não é mais simplesmente o uso de palavras na proposição (Tract. 3.3), mas está inserido em um contexto muito mais amplo. A significação de uma palavra é dada a partir do uso que dela fazemos em diferentes situações e contextos. E é nesse sentido que, para o segundo Wittgenstein, o conceito de significação (Bedeutung) é equiparado ao conceito de uso (CONDÉ, 1998, p.88 e 89).

O resultado prático-teórico desta investigação foi construído na prática pedagógica. A pesquisa foi indispensável às aberturas; logo, não são dois os sentidos de professor e pesquisador, mas vários. O fato é que a irrupção do fazer a pesquisa ocorreu por inteiro, denunciando a insistência em continuar sendo o que não é mais e desejar ser professor sem se tornar pesquisador, velhos hábitos da universalização e essencialidade

Para finalizar essas considerações, cito uma passagem marcante de Foucault (2002, p. 161):

> Em geral a história das ideias trata o campo dos discursos como um domínio de dois valores; todo elemento que aí é demarcado pode ser caracterizado como antigo ou novo; inédito ou repetido; tradicional ou original, semelhante a um tipo médio ou desviante.

Os valores se transformam; podem ser novos ou antigos, inéditos ou repetidos; a originalidade está em acolher as tensões, sabendo que surgirão novos acontecimentos, esperados ou não.

"Um ser inteligente traz consigo

os meios necessários para superar-se a si mesmo"

(Henri Bergson)

REFERÊNCIAS

AKKOÇ, H; TALL, D. **The simplicity, complexity and complication of the function concept**. In: (Ed.) Proceedings of the 26th Annual Conference PME 26. v2. 2002. United Kingdom, p. 25-32.

BARROS, Rodolfo Miranda; MELONI, Luís Geraldo Pedroso. O Processo de Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral por meio de metáforas e Recursos Multimídia. In: XXXIV COBENGE, 2006, Passo Fundo. **Anais eletrônicos**... Disponível em: <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2006/artigos/1_263_374.pdf>. Acesso em: 2 mar. 2013.

BRESSAN et al. Cálculo diferencial e integral I: Investigação sobre dificuldades dos alunos. In: X Salão de Iniciação Científica, 2009, Rio Grande do Sul: PUCRS. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias_Exatas_e_da_Terra/Matematica/71319-PHILIPPEMESSIASBRESSAN.pdf>. Acesso em 02 out. 2013.

CASTRO, Armando e MELO, Silvana. Uma proposta pedagógica no ensino do Cálculo diferencial e integral I. In: 14º Congresso de Leitura no Brasil, 2003 São Paulo: Campinas, **Seminário**... Disponível em: <http://alb.com.br/arquivomorto/edicoes_anteriores/anais14/Sem04/C04003.doc >. Acesso em 01 nov. 2013.

CAVASOTTO, Marcelo. Reflexões sobre as dificuldades na aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. In: III Mostra de Pesquisa da Pós-Graduação, 2008, PUCRS. Disponível em: <http://www.pucrs.br/edipucrs/online/IIImostra/EducacaoemCienciaseMatematica/62352%20-%20MARCELO%20CAVASOTTO.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2013.

CONDÉ, Mauro Lúcio Leitão. **As teias da razão. Wittgenstein e a crise da racionalidade moderna.** Belo horizonte: Argvmentvm, 2004.

______.**Wittgenstein Linguagem e Mundo**. São Paulo: Anna Blume, 1998.

COSTA, Wanderleya N. G. Etnomatemática: **Uma tomada de posição da matemática frente à tensão envolve o geral e o particular.** In: GUSMÃO, Neusa Maria Mendes (Org). Diversidade, cultura e educação: Olhares Cruzados. São Paulo: Biruta, 2003.

COURTNEY, Richard. **Jogo, Teatro e Pensamento:** as bases intelectuais do teatro na educação. São Paulo: Perspectiva, 2003.

CURY, Helena Noronha. Estilos de aprendizagem de alunos de engenharia. In: XXVIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 200, Ouro Preto. **Anais CD-Rom.** Disponível em:
< http://faculdadebarretos.edu.br/v3/faculdade/imagens/nucleo-apoio-docente/ESTILOS%20DE%20APRENDIZAGEM%20ALUNOS%20ENG.pdf>. Acesso em: 08 de abr. 2013.

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

_____. **Etnomatemática: um Programa. A Educação Matemática em Revista. (**SBEM), Ano 1, Nº1, 2º semestre, 1993, p. 5 – 11.

DUARTE, Claudia Glavam. **Etnomatemática, Currículo e Práticas Sociais do Mundo da Construção Civil.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Educação. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2003.

DUARTE, Claudia Glavam; TASCHETTO, Leonidas Roberto. **Ciência Maior e Ciência Menor: ressonâncias da filosofia de Deleuze e Guattari na Etnomatemática**. ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.6, n.1, p. 105-118, abril 2013.

FISCHER, ROSA MARIA BUENO. **Foucault e a Análise do Discurso em Educação**. Cadernos de Pesquisa, n. 114, p. 197-223, novembro/ 2001.

FLEMMING Diva Marília; GONÇALVES, Mirian Buss. **Cálculo A: Funções, limite, derivação, integração.** 5 ed. São Paulo: Makron, 1992.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e punir:** nascimento da prisão; tradução de Raquel Ramalhete. Petrópolis: Vozes, 1987.

______. **A Arqueologia do Saber**. 7 ed. Rio Janeiro: Forense Universitária, 2008.

______. **Microfísica do Poder**. Trad. Roberto Machado. 1 ed. Rio Janeiro: Edições Graal, 2002.

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

______. **Etnomatemática e Práticas da Produção de Calçados.** Artigo publicado em VIII Encontro nacional de Educação Matemática. 2004. Disponívelem:<http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/05/1CC44696868087.pdf>. Acesso em: 04 ago 2014.

GOTTSCHALK, Cristiane Maria Cornelia. **Uma concepção pragmática de ensino e aprendizagem**. Universidade de São Paulo Educação e Pesquisa, São Paulo, v.33, n.3, p. 459-470, set./dez. 2007.

GRASSELI, Fernandes. **Educação Matemática, Matemática Vitivinicultura: Analisando uma prática pedagógica.** Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2012.

HOFFMANN, Laurence D. **Cálculo: um curso moderno e suas aplicações.** Rio de janeiro: Livros Técnicos e científicos Editora S. A., 1984.

HOFFMANN, Laurence D.; BRADLEY, Gerald L. **Cálculo: um curso moderno e suas aplicações.** 6 ed. Rio de janeiro: Livros Técnicos e científicos Editora S. A., 1984.

JESUS, Cristiano Sílvio de, LUCAS, Jucileide das Dores; MAPA, Thierrse Fany Modesto. **Reflexões Sobre o Ensino de Cálculo Diferencial e Integral I: UFOP e IFMG-OP numa parceria pela busca da diminuição do Índice de Reprovação na Disciplina.** Revista da Educação Matemática da UFOP, Vol I, 2011 - X Semana da Matemática e II Semana da Estatística, 2010.

JUNGES, Débora de Lima Velho. **Família, Escola e Educação Matemática: Um Estudo em Localidade de Colonização Alemã do Vale do Rio dos Sinos - RS.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Mestrado em Educação. UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2012.

KURATA, Katsuyoshi. **O ensino de Cálculo para Cursos Superiores de Tecnologia na área Ambiental:** Aspectos Motivacionais do aluno. Dissertação. Programa de Mestrado e Tecnologia: Gestão, Desenvolvimento e Formação, Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.centropaulasouza.sp.gov.br/posgraduacao/Trabalhos/Dissertacoes/DM_Tecn_Katsuyoshi.pdf>. Acesso em 02 ago. 2012.

KNIJNIK, Gelsa; GIONGO, Ieda Maria; WANDERER, Fernanda; DUARTE, Claudia Glavam. **Etnomatemática em Movimento.** São Paulo: Autêntica, 2012.

KNIJNIK, Gelsa. **Exclusão e resistência: Educação matemática e legitimidade cultural.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

______. **O político, o social e o cultural no ato do educar matematicamente as novas gerações.** In: MATOS, João Felipe, FERNANDES, Elsa (ed.). Actas do PROFMAT 2000, Associação de professores de Matemática de Portugal, p. 48-60, 2000.

KNIJNIK, G.; GIONGO, I. **Educação matemática e currículo escolar: um estudo das matemáticas da escola estadual técnica agrícola Guaporé. Zetetiké**, v. 17, n. 32, p. 61-80, 2009.

______. **Itinerários da etnomatemática: questões e desafios sobre o cultural, o social e o político na educação matemática.** In: KNIJNIK, Gelsa. ettall (orgs). Etnomatemática: currículo e formação de professores. Santa Cruz do Sul: Edunisc, 2010.

LARSON, Roland E.; HOSTETLER, Robert P.; EDWARDS, Bruce H. **Cálculo com aplicações**. 4 ed. Rio de janeiro: Livros Técnicos e científicos Editora S. A., 1984.

LIBARINO, Cléia Santos. **Modelagem de um veículo para superfície aquática.** Dissertação. Programa de Mestrado em Engenharia Elétrica Universidade Federal da Bahia, Bahia, 2012. Disponível em: <http://www.ppgee.eng.ufba.br/teses/954ea591893f78ac8911cd98ce43ea3e.pdf>. Acesso em 12 nov. 2013.

LOPES, Sílvia Ednaira. **Alunos do ensino fundamental e problemas escolares:** leitura e interpretação de enunciados e procedimentos de resolução. Dissertação. Programa de Mestrado em Educação e Ciências e o Ensino da Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 278p. 2007. Disponível em: <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista8vol2/art6rev8vol2.pdf#search=%22analfabeti smo%20matem%C3%A1tico%20consequ%C3%AAncias%22>. Acesso em: 10 abr. 2013.

MATSUMOTO, Élia Yathie. **MATLAB® 7: Fundamentos.** 2ed. São Paulo: Érica, 2008.

MELLO, João Carlos Correia Baptista Soares de Mello; MELLO, Maria Helena Campos Soares de; FERNANDES, Artur José Silva Fernandes. Mudanças no ensino de cálculo I: Histórico e Perspectiva. In: Cobenge, 2001. Disponível em:<http://www.uff.br/decisao/cobenge02.pdf>. Acesso em: 01 mar. 2013.

WANDERER, Fernanda. **Educação Matemática, Etnomatemática e práticas pedagógicas.** In: MUNHOZ, Angélica Vier; GIONGO, Ieda Maria (Org.). Observatório da Educação I: tendências no ensino da matemática. Lajeado: ed. Evangraf, p. 9-21, 2014.

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

NICARETTA, Elisângela Isabel. **Problematizado Educação, Matemática(s), Tecnologias numa prática pedagógica no ensino Fundamental.** Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2013.

PESSOA, Fernando**. Obra poética**. Organização de Maria Aliete Galhoz. 3. ed. Rio de Janeiro: Nova Aguilar, 2004.

REALLE, Giovanni. **História da Filosofia: Do Romantismo até nossos dias**. São Paulo: Paulus, 1991.

RODRIGUES, Neiva Inês. **Matemática, Educação Infantil e Jogos de linguagem: Um estudo Etnomatemático.** Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2010.

RUIZ, Adriano R.**A matemática, os matemáticos, as crianças e alguns sonhos educacionais.** Ciência & Educação, v. 8, n. 2, p. 217-225, 2002. Disponível em: <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/pdf/revista8vol2/art6rev8vol2.pdf#search=%22analfabeti smo%20matem%C3%A1tico%20consequ%C3%AAncias%22>. Acesso em: 10 abr. 2013.

SCUCUGLIA, Ricardo; BORBA, Marcelo de Carvalho. Performance Matemática Digital: Criando Narrativas Digitais em Educação Matemática. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática- ENEM, 2007. Disponível em: <http://www.edu.uwo.ca/dmp/assets/ENEM.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2013.

STEWART, James. **Cálculo**. 5 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006. v.1.

STRAPASSON, Andreia Godoy. **Educação Matemática, Culturas Rurais E Etnomatemática: Possibilidades de uma prática pedagógica.** Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2012.

TORREÃO, Rita Magalhães. **Nas asas da borboleta.** Salvador: EDUFBA, 2012.

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

______. **Foucault & a Educação.** Belo Horizonte: Autêntica, 2003.

VILCHES, Mauricio A. e LEITE, Maria Hermínia de P. **Maple para cálculo em uma Variável.** Departamento de Análise – IME, UERJ. Disponível em:<http://magnum.ime.uerj.br/~calculo/LivroIX/calculoI-maple.pdf>. Acesso em 12 nov. 2013.

WALKERDINE, Valerie. **O raciocínio em tempos pós-modernos.** Educação e Reslidade, Porto Alegre, V. 20, n.2, p. 207-226, 1995.

WANDERER, Fernanda. **Escola e matemática escolar mecanismos de regulação sobre sujeitos escolares de uma localidade rural de colonização alemã do Rio Grande do Sul.** Tese de Doutorado. Programa de Pós- Graduação em Educação, UNISINOS, 2007.

WILDNER, Maria Claudete Schorr**. Robótica Educativa: um recurso para o estudo de geometria plana no 9º ano do ensino fundamental.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2015.

WITTGENSTEIN, Ludwig. **Gramática filosófica**. São Paulo: Loyola, 2003.

______. **Investigações Filosóficas**. Trad. Marcos. G. Montagnoli. Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco; Petrópolis: Vozes, 2004.

ZANON, Rozana. **Educação Matemática, formas de vida e alunos investigadores:** um estudo na perspectiva da Etnomatemática. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas, Centro Universitário Univates, Lajeado, 2013.

_____. **Etnomatemática, Ensino Médio Politécnico e alunos investigadores:** apontamentos para uma proposta de ensino. In: MUNHOZ, Angélica Vier; GIONGO, Ieda Maria (Org.). Observatório da Educação I: tendências no ensino da matemática. Lajeado: ed. Evangraf, p. 22-34, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, declaro que autorizo minha participação na pesquisa da mestranda Mariana Torreão Monte pois fui informado/a, de forma clara e detalhada, livre de qualquer constrangimento e coerção, dos objetivos, da justificativa e dos procedimentos da mesma.

Fui especialmente informado:

a) Da garantia de receber, a qualquer momento, resposta a toda pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida acerca da pesquisa e de seus procedimentos;
b) Da liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isso me traga qualquer prejuízo;
c) Da garantia de que não serei identificado/a quando da divulgação dos resultados e que as informações obtidas serão utilizadas apenas para fins científicos vinculados à pesquisa;
d) Do compromisso da pesquisadora de proporcionar-me informações atualizadas obtidas durante o estudo, ainda que isto possa afetar minha participação;
e) De que esta investigação está sendo desenvolvida como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Exatas, estando a pesquisadora inserida no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Exatas da Univates, RS.
f) Da inexistência de custos.

A pesquisadora responsável pela pesquisa é a professora Mariana Torreão Monte, orientada pela professora Ieda Maria Giongo, do Centro Universitário Univates de Lajeado, RS, que poderá ser contatada pelo e-mail igiongo@univates.br ou pelo telefone (51)3714-7000 ramal 5517.

____

Local e data

____

Nome e assinatura do/a responsável

____

Nome e assinatura da pesquisadora responsável

APÊNDICE B - Termo de Consentimento para Exposição de Imagem

Declaro, para os devidos fins, que estou ciente e concordo com a exposição de minha imagem na Dissertação de Mestrado de Mariana Torreão Monte. A mestranda é orientada pela professora do Centro Universitário Univates, Ieda Maria Giongo, que pode ser contatada pelo e-mail igiongo@univates.br ou telefone (51) 37147000 ramal 5517. Autorizo, também, que essas imagens sejam veiculadas em apresentações de trabalhos e na escrita de artigos científicos. Fui igualmente informado de que o consentimento não acarretará despesas para mim ou para a mestranda.

Vitória da Conquista, -------------------------------- de 2014.

Nome e assinatura

APÊNDICE C – Termo de Concordância da Direção da Instituição de Ensino

FACULDADE INDEPENDENTE DO NORDESTE – FAINOR
Credenciada pela Portaria MEC n.º 1.393, de 04 de julho de 2001
Publicado no DOU de 09 de julho de 2001

AUTORIZAÇÃO INSTITUCIONAL PARA A COLETA DE DADOS

Eu, **Luciana Araújo dos Reis**, ocupante do cargo de **Coordenação de Pesquisa** do(a) **Faculdade Independente do Nordeste**, AUTORIZO a coleta de dados do projeto de pesquisa intitulado: **NAS VELAS DA ETNOMATEMÁTICA: Rotas e Aventuras de uma prática pedagógica,** dos pesquisadores **Ieda Maria Giongo e Mariana Toreão Monte**, e declaro que esta instituição apresenta a infraestrutura necessária para a realização da referida pesquisa.

DECLARO que esta instituição **Faculdade Independente do Nordeste** apresenta infraestrutura necessária à realização da referida pesquisa.

Vitória da Conquista – Bahia, 24 de setembro de 2015.

Luciana Araújo dos Reis

Luciana Araújo dos Reis
Coordenação de Pesquisa

APÊNDICE D - Fotos da prática pedagógica

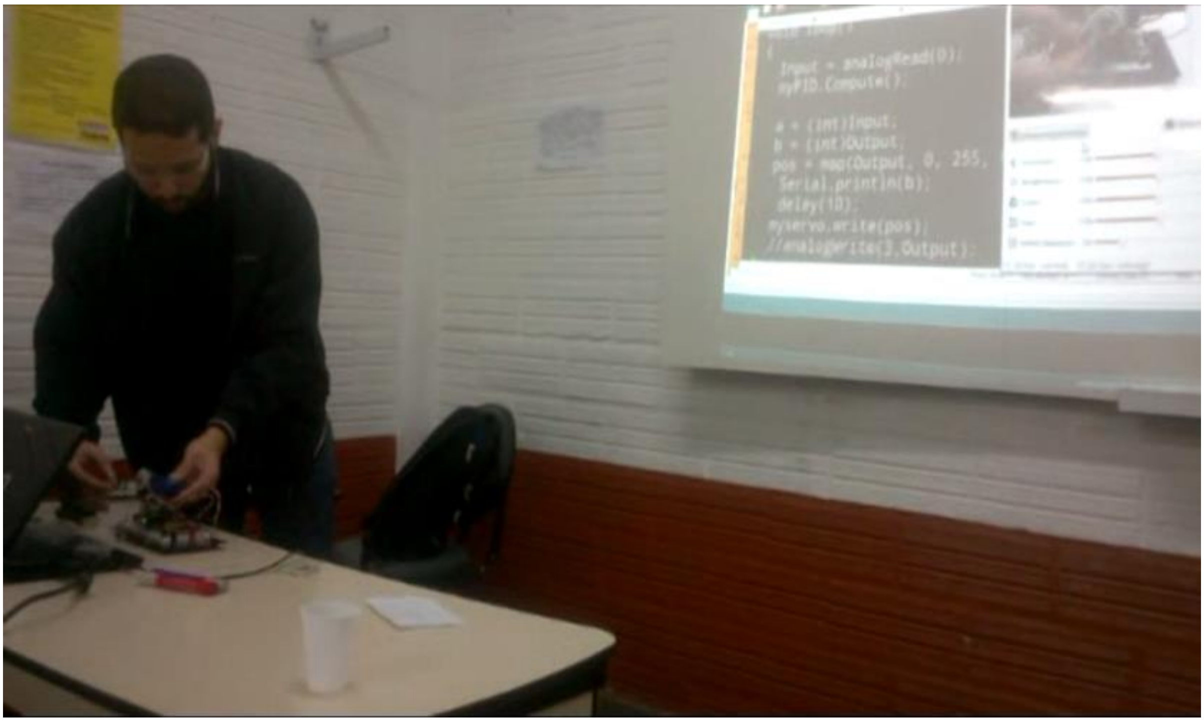
Figura 50 – Foto dos alunos resolvendo atividade 01

Fonte: Da autora (2014).

Figura 51 – Palestra sobre a robótica na atualidade

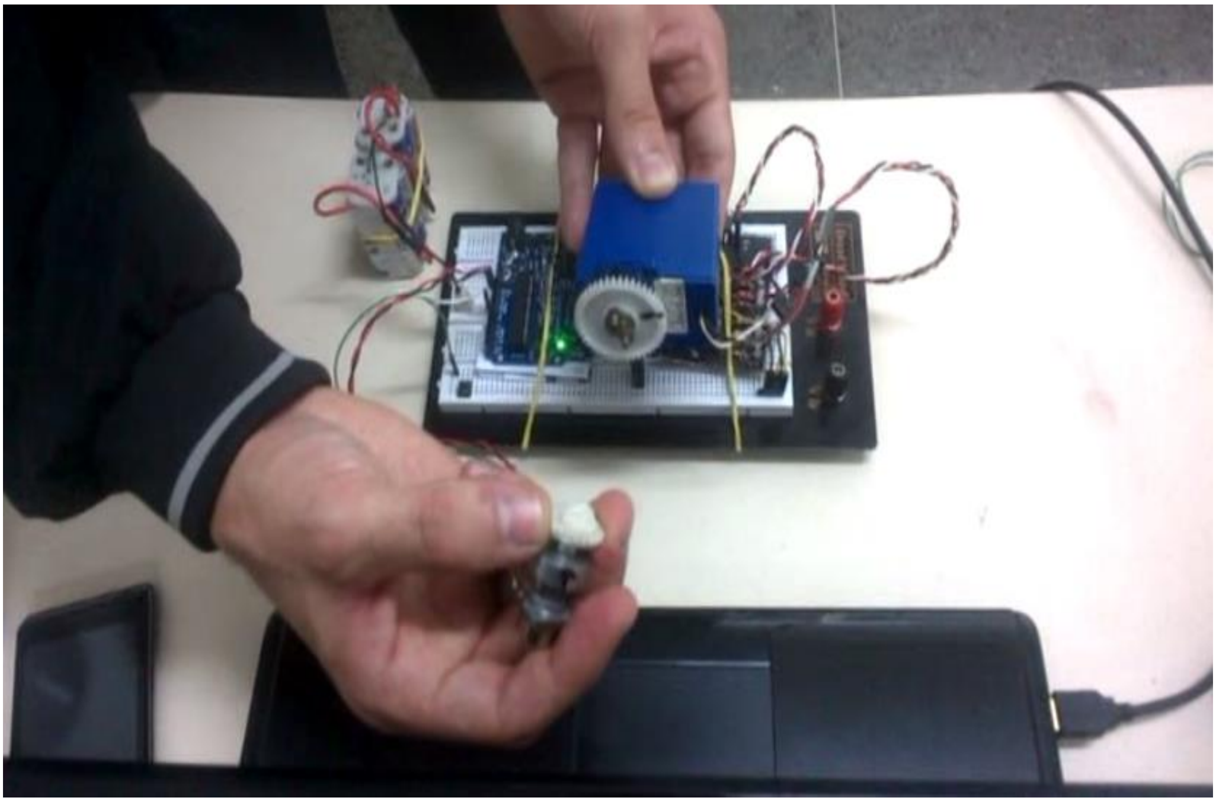
Fonte: Da autora (2014).

Figura 52 – Demonstração do cálculo integral no robô



Fonte: Da autora (2014).

Figura 53 – Robô físico em uma plataforma



Fonte: Da autora (2014).

Figura 54 – Equipe 1

Fonte: Da autora (2014).

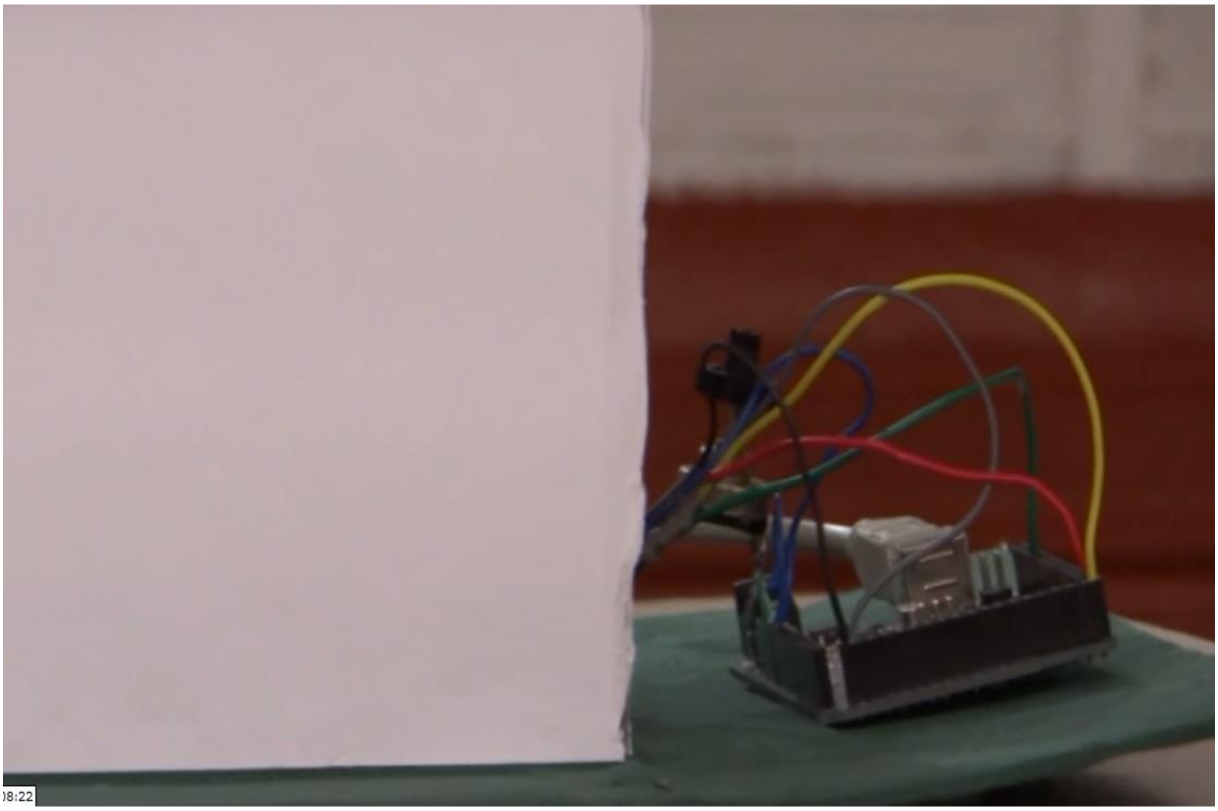
Figura 55 – Equipe 2

Fonte: Da autora (2014).

Figura 56 – Hardware construído pela equipe 2

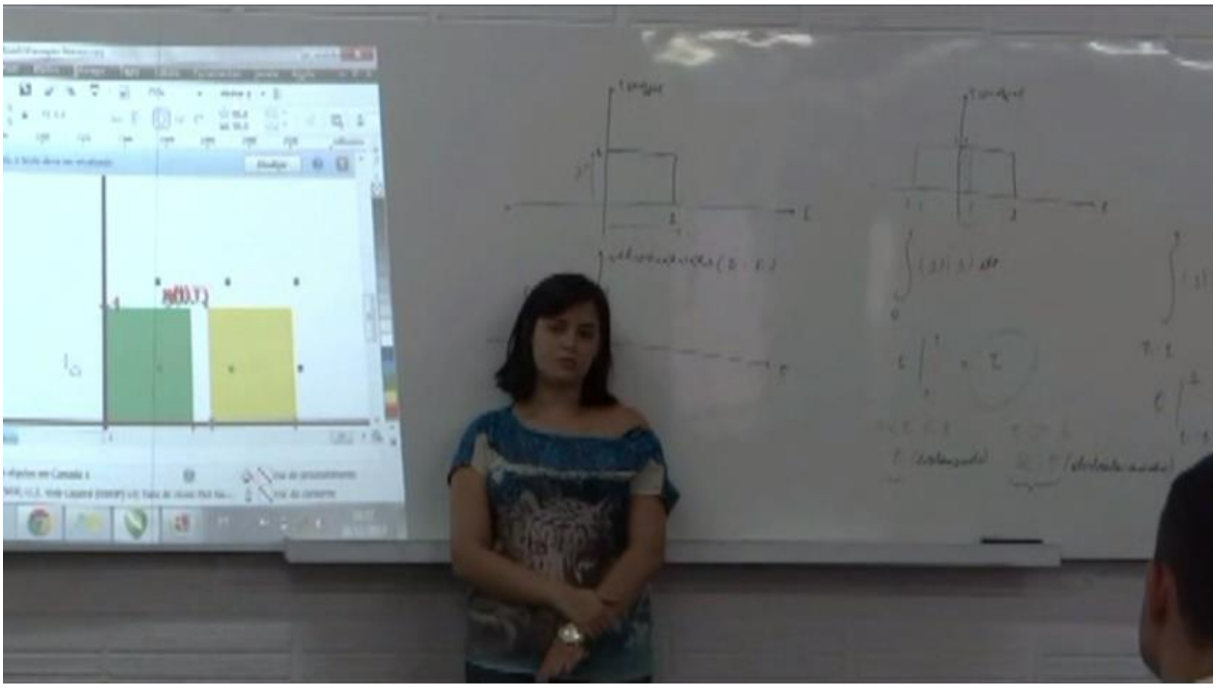
Fonte: Da autora (2014).

Figura 57 – Arduíno equipe 2



Fonte: Da autora (2014).

Figura 58 – Atividade 5. Engenheira



Fonte: Da autora (2014).

Figura 59 – Atividade 5. Escada

Fonte: Da Engenheira 01 (2014).