



DESAFIOS E REFLEXÕES NA CONSTRUÇÃO DOS CONCEITOS DE CÁLCULO I

Olávio Carelli Neto¹

Educação Matemática no Ensino Superior

Resumo

O PETMAT vem desenvolvendo, desde 2008, o projeto “Vivenciando o Cálculo no curso de Matemática” junto aos alunos da matemática, e em 2016 após sua reformulação passa atender alunos dos mais diversos cursos de graduação da Universidade Federal de Goiás matriculados na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1. Fundamentados pela Educação Tutorial, os integrantes do projeto promoveram os Círculos Tutoriais com o objetivo de colaborar com os tutorandos para uma aprendizagem mais significativa e, conseqüentemente, melhores resultados na disciplina. Em oito anos de execução, diversas atividades de cunho histórico, motivador e reflexivo foram trabalhadas com o fim de analisar se a Educação Tutorial é uma metodologia de ensino que possibilita as melhorias almejadas pelo grupo. Ao final de cada fase do projeto, vários resultados positivos foram percebidos e analisados, como os tutorandos alcançaram o crescimento da taxa de aprovação, um melhor rendimento em suas notas, o desenvolvimento da autoconfiança e autonomia e compreensão do conteúdo. Além do constante crescimento dos tutores em suas práticas docentes, e conseqüentemente do projeto que está sempre em constante processo de aperfeiçoamento.

Palavras Chaves: Educação Tutorial, Cálculo Diferencial e Integral, Educação Matemática, Círculos Tutoriais.

PETMAT

O Programa de Educação Tutorial da Licenciatura em Matemática da Universidade Federal de Goiás (PETMAT/UFG) foi implantado em 2007 e desenvolve atividades diretas ou indiretamente ligadas à formação dos sujeitos. Seu intuito é promover ações coletivas por meio de projetos, contemplando ensino pesquisa e extensão, que tem por objetivo a formação efetiva do licenciando em matemática permitindo o desenvolvimento de seus conhecimentos matemáticos e pedagógicos, das suas práticas docentes, de seus valores éticos-sociais e da consciência crítica sobre as questões que permeiam nossa sociedade. Nessa perspectiva, obtém-se uma formação cooperativa que busque a melhoria da qualidade do Curso de Licenciatura em Matemática do Instituto de Matemática e Estatística (IME/UFG).

¹ Universidade Federal de Goiás

PROBLEMATIZAÇÃO DO CÁLCULO NO ÂMBITO DA UFG E CRIAÇÃO DO PROJETO

Na Universidade Federal de Goiás existem aproximadamente 93 cursos de graduação presenciais, dos quais pelo menos 32 tem a disciplina de cálculo diferencial e integral 1. E segundo uma matéria do Jornal UFG Online escrita por Godoy e Veiga (2014), no primeiro semestre de 2013 estavam matriculados na UFG 1.354 alunos em Cálculo I. O número de estudantes reprovados foi de 831, o equivalente a 61,37% de alunos reprovados.

Ou seja, mais de 50% dos alunos matriculados na disciplina no primeiro semestre de 2013, foram reprovados. Isso sem falar no alto índice de evasão que também se encontra envolvido nessa situação.

Ainda na matéria de Godoy e Veiga (2014) publicada no Jornal UFG Online, o diretor do IME Maurício Pieterzack, se posicionou diante dessa situação e afirmou que: "As disciplinas de Cálculo são mais difíceis, muitos alunos vêm com dificuldades dos ensinamentos básico e médio. Em geral, Cálculo I é a primeira disciplina que os alunos fazem, existe um grande choque, e é onde muitos desistem".

Esses dados mostram uma situação preocupante em relação a disciplina de Cálculo I no âmbito da UFG. Nessa perspectiva ao tomar ciência de tais dados, o grupo PETMAT no ano de 2008 em sua responsabilidade ao ensino e aprendizagem de matemática, decide iniciar estudos com a perspectiva de auxiliar os estudantes do curso de Matemática nessa jornada do Cálculo I. Assim, foi criado o projeto "Vivenciando o Cálculo no curso de Matemática", este projeto é fundamentado nos moldes da Educação Tutorial, inspirada na ação do grupo PETMAT em sua perspectiva de trabalho.

De acordo com Duran e Vidal (2007), a Educação Tutorial consiste em:

Uma modalidade da aprendizagem entre iguais (...) com uma relação assimétrica o papel do tutor e tutorado derivado do diferente nível de competência sobre a matéria) e um objetivo comum, conhecimento compartilhado o ensino e a aprendizagem de conteúdos curriculares) que se consegue por meio de um contexto de relação exteriormente planejado (2007, p. 26).

Ou seja, um ambiente de estudo diferente da sala de aula, composto por sujeitos que se encontram na mesma situação e com mesmo objetivo, que tem o intuito de acolher, favorecer a comunicação e a expressão de ideias e sentimentos com mais liberdade, sem medo ou constrangimento perante ao erro.

Topping (2000) esclarece que:

[...] Dê-lhe uma pequena pista que o leve a chegar à resposta certa. Esta pista pode ser um desenho ou um gesto (por exemplo), ou mais algumas palavras. Forneça somente o apoio necessário que permita ao aluno tutorado ter sucesso no seu esforço – não mais do que isso. (2000, p. 12)

Um lugar onde o intuito maior não é chegar aos resultados, mas sim a compreensão e a construção dos conceitos. De forma que isso se torne significativo na vida do aluno, o tornando capaz de ter autonomia em seu processo de aprendizagem.

APRESENTAÇÃO DO PROJETO E A NECESSIDADE DE REFORMULAÇÃO

O Projeto inicialmente foi criado com o intuito de atender apenas os alunos do curso de Matemática, tanto Licenciatura quanto Bacharelado. Desta forma o projeto era executado apenas nos semestres pares, quando a disciplina de cálculo I é ofertada ao curso de Matemática.

Através de reflexões sobre a articulação do trabalho interno dos bolsistas do PETMAT, a partir do ano de 2016 surge a proposta para que o projeto seja executado nos dois semestres do ano letivo, de forma que daria uma sequência de trabalho mais organizada aos bolsistas do PETMAT, integrantes projeto do Cálculo, e conseqüentemente passaria a atender outros cursos da graduação que tem essa disciplina na grade curricular. Essa proposta solucionou uma questão estrutural do PETMAT e oportunizou a participação dos mais diversos alunos de graduação no Projeto do Cálculo.

O projeto em sua perspectiva de trabalho, segue o seguinte planejamento, é desenvolvido em dois encontros semanais. O primeiro encontro direcionado ao grupo gestor do projeto, constituído pelos bolsistas do PETMAT, estagiários, voluntários e o tutor do PETMAT. Com a finalidade da organização das atividades do projeto, entre elas estão, convocação dos alunos para a participação dos círculos

tutoriais, correção do material didático, impressão do material didático, resolução dos exercícios referentes aos encontros, confecções de narrativas e o preenchimento dos check list direcionados aos tutores.

O segundo encontro é direcionado ao desenvolvimento dos círculos tutoriais junto aos tutorandos. Os círculos tutoriais são realizados uma vez por semana, de forma que em cada encontro é trabalhado um conteúdo referente ao material didático. O material didático que foi desenvolvido em 2008 pelos bolsistas e o Tutor daquele ano, e que está em constante correção em cada edição do projeto.

O material didático é composto pelos seguintes conteúdos: Funções, Limites, Limites infinitos e no infinito, Introdução ao estudo da derivada, Regra da cadeia, Derivada implícita, Taxa de variação, Aplicação da derivada, Gráfico e L'hospital, Introdução à integral, Técnicas de integração, Integral por partes e Substituição trigonométrica. Cada unidade é dividida em algumas seções, como: *Primeiras Palavras* em que se refere a contextualização e ao cotidiano; *Cálculo em Movimento* que aborda uma breve parte história e os principais autores que foram responsáveis por determinado conteúdo; *Matemática em Foco* aborda algumas definições e propriedades matemáticas; *Atividades em Questão* e *Atividades Suplementares* são os exercícios referente ao conteúdo trabalhado na Unidade.

Os círculos tutoriais são desenvolvidos na seguinte dinâmica: é feita uma leitura das seções *Primeiras Palavras*, *Cálculo em Movimento* e *Matemática em Foco* junto aos tutorandos. Em seguida com o auxílio dos tutores junto aos tutorandos, a execução das seções *Atividades em Questão* e *Atividades Suplementares*. Ocorre também a avaliação do projeto, em que no primeiro encontro os tutorandos respondem um questionário inicial. Durante a execução do projeto eles também respondem a um check list, que é uma espécie de questionário sobre a atuação dos tutores. Neste mesmo dia, os tutores também respondem outro check list, sobre o empenho de cada tutorando. Também no decorrer de cada encontro, os tutores escrevem narrativas sobre como se deu a execução do projeto. E sempre no último encontro os tutorandos respondem um questionário final.

Os questionários iniciais são aplicados no primeiro encontro, com o intuito de avaliar o estado inicial do aluno em relação, aos conceitos matemáticos, a disciplina de cálculo e a sua motivação à participação do projeto. Os check list são aplicados durante o desenvolvimento do projeto, e são direcionados aos tutores e aos tutorandos. Aos tutorandos com o objetivo de auto avaliação, avaliação das atividades

do projeto e da atuação dos tutores. Aos tutores com o objetivo de haver um paralelo mais assíduo das avaliações dos tutorandos e as avaliações dos tutores, afim de ter uma melhor análise de desempenho dos tutorandos. As narrativas são confeccionadas pelos tutores após cada círculo, e tem o intuito de trazer as dificuldades e situações vividas no mesmo, propiciando assim um rico material de análise e reflexão das atividades do projeto, em todos os seus aspectos.

O PRIMEIRO SEMESTRE

Os Círculos Tutoriais (CT's) do primeiro semestre de 2016 foram desenvolvidos no Laboratório de Educação Matemática (LEMAT) do Instituto de Matemática e Estatística às quartas-feiras das 10h às 12h, com a participação de 4 bolsistas do PETMAT, sendo três destes responsáveis pelo projeto e a outra bolsista participou realizando o registro em ata de cada um dos CT's, um estagiário e uma voluntária do curso de Matemática. O projeto neste semestre abrangeu alunos dos cursos de Física Médica, Arquitetura e Urbanismo, Física, Engenharia Mecânica, Biotecnologia e Estatística, inscreveram-se 31 alunos.

Neste primeiro semestre ocorreram 12 encontros (CT's), em pelo menos 3 destes além dos 5 tutores (3 bolsistas, 1 estagiário e 1 voluntária) contamos com o auxílio de uma outra bolsista do PETMAT devido à grande quantidade de tutorandos. Em cada um dos CT's tínhamos uma média de 15 tutorandos presentes.

Devido a diversidade de cursos presentes no projeto, ao contrário dos anos anteriores, houve a dificuldade de fazer um paralelo mais assíduo com os professores da disciplina, pois desta vez havia tutorandos de cursos variados, levando assim a nós tutores promover uma maior flexibilidade com o conteúdo. Foram necessárias listas extras de exercícios devido ao surgimento de dificuldades em alguns conteúdos, como função, derivada implícita e taxa de variação. Dos 31 tutorandos inscritos 22 frequentaram o projeto, dos outros 9 tutorandos, 5 destes frequentaram pelo menos dois dos doze encontros que ocorreram. Mais de 50% dos tutorandos que participaram ativamente do projeto obtiveram aprovação na disciplina de Cálculo 1

O SEGUNDO SEMESTRE

Os Círculos Tutoriais do segundo semestre de 2016 foram desenvolvidos no Laboratório de Educação Matemática (LEMAT) do Instituto de Matemática e

Estatística às quartas-feiras das 10h às 12h, com a participação inicial de 4 bolsistas do PETMAT, sendo três destes responsáveis pelo projeto e o outro bolsista participou realizando o registro em ata de cada um dos 4 primeiros CT's, a partir do 5º CT O registro em ata começou a ser feito por outro dos bolsistas do projeto, e dois estagiários do curso de Matemática. O projeto neste semestre abrangeu alunos dos cursos de Matemática, Física, Agronomia, Farmácia, Engenharia Civil e Biomedicina. Inscreveram-se 39 alunos e outros 6 que procuraram o projeto por meio de amigos, totalizando 45 tutorandos, destes a grande maioria são alunos do curso de Agronomia, além disso a maioria dos que se inscreveram já cursaram a disciplina de Cálculo 1 pelo menos uma vez.

Neste segundo semestre ocorreram 11 encontros (CT's), em pelo menos 3 destes além dos 5 tutores (3 bolsistas e 2 estagiários) compareceram uma média de 10 tutorandos, e a partir do quinto CT uma média de 2 tutorandos.

No segundo semestre, especificamente, percebemos o alto número de inscrições de alunos de outros cursos, principalmente do curso de Agronomia, onde os índices de reprovação em Cálculo 1 demonstra ser significativo. O que se pôde notar na maioria dos tutorandos foi a dificuldade nos conceitos e na operacionalização de Matemática básica, como por exemplo, em fatoração, resolução de inequações, etc., o que ajudou a culminar na impossibilidade (além do alto número de feriados que incidiram justamente nas quartas-feiras, dias da realização do Círculo) do cumprimento total dos conteúdos dispostos na apostila. No início do Círculo, era relativamente grande o índice de assiduidade dos tutorandos, porém, com o decorrer do tempo devido a fatores externos (como as ocupações contra a PEC 241/55 e a Reforma do Ensino Médio), o índice de assiduidade caiu para muito próximo de zero. Neste semestre não obtivemos resposta dos professores acerca da aprovação dos alunos participantes do Projeto do Cálculo.

RELATO E REFLEXÕES

O desenvolvimento do projeto no ano de 2016 se deu a partir de reflexões/discussões sobre os resultados dos anos anteriores (2008 à 2015), principalmente no último ano, quando se tomou a decisão de neste ano abranger o público alvo do projeto, passando assim a atender alunos de outros institutos que se encontram cursando a disciplina de Cálculo 1. Observou-se nas edições anteriores do projeto a melhoria do rendimento acadêmico dos tutorandos, a partir da

aprendizagem significativa com maior autoconfiança, interações e autonomia, além das mesmas constatações acerca da prática do bolsista do PETMAT como tutor e tutorando.

Partindo das reflexões dos anos anteriores, a execução do projeto no ano de 2016 foi diferente de 2015 no que diz respeito às etapas desenvolvidas. A diferença dos anos anteriores, foi que neste ano o projeto foi desenvolvido nos dois semestres letivos, devido a nova abrangência do mesmo para outros cursos além da Matemática, com isso fez se necessário algumas adequações ao material adotado na realização do projeto.

Nessa nova abordagem do projeto, pudemos notar e refletir sobre as mais diversas situações vivenciadas nos círculos. Como foi dito anteriormente, no primeiro semestre tivemos alunos dos cursos de Física Médica, Arquitetura e Urbanismo, Física, Engenharia Mecânica, Biotecnologia e Estatística, em sua maioria, alunos que estavam fazendo o curso de Cálculo 1 pela primeira vez. Neste semestre houve um empenho maior dos tutorandos em frequentar os círculos, em participar e em entender as atividades propostas. Essa postura dos tutorandos nos propiciou experiências riquíssimas, uma experiência real, das as práticas da educação tutorial.

De uma forma geral, todos os tutorandos do primeiro semestre compactuaram com o espírito da educação tutorial. Entretanto houve um caso em particular muito interessante, que nos fez refletir sobre o que realmente é a educação tutorial, fora das linhas das biografias. Esse caso envolveu duas alunas do curso de Arquitetura e Urbanismo, o empenho delas era tanto em compreender os conceitos do cálculo, que muitas vezes, elas envolviam os colegas e aos tutores a pensar em conjunto em suas dúvidas. Algo que fugia da formalidade do ensino do cálculo, das dúvidas frequentes, e de nós matemáticos. Além das reflexões, mais interessante era a construção dos resultados, que não necessariamente eram os “caminhos mais fáceis” formais, mas um caminho próprio que atendia ao desenvolvimento de cada uma, eram duas alunas e não necessariamente utilizavam o mesmo método.

Tal experiência fez com que nós tutores, não estivéssemos só sobre as prerrogativas de tutores, mas também nos fez refletir sobre nossos próprios conhecimentos, e sobre as questões vinculadas à construção do mesmo, pois tudo isso passou a ser mais visceral dentro de nós.

E nesse mesmo sentimento, mas já no segundo semestre, nos deparamos com uma situação contrastante, que nos levou a pensar no outro lado da moeda.

Pois, no segundo semestre, nos deparamos com uma turma composta com a maioria dos alunos do curso de Agronomia, onde a grande parte já havia reprovado na disciplina de Cálculo.

Neste semestre houve pouco comprometimento dos tutorandos com as atividades do projeto de uma forma geral, os tutorandos eram mais tímidos, e pouco comunicativos, com dificuldades muito elementares no que se diz respeito à matemática. O projeto praticamente se arrastou em meio as discontinuidades, e ao final tivemos um índice muito baixo de frequência dos tutorandos.

Isso nos possibilitou pensar no ambiente da educação tutorial, e de como se dá o desenvolvimento da mesma, mas agora em uma perspectiva totalmente diferente do primeiro semestre. O que nos levou a pensar na situação desses tutorandos, e como desenvolver a educação tutorial sobre essas premissas, tentando envolver o aluno que apresentava uma dificuldade maior de participação. Apesar de um iminente “fracasso”. Essa situação nos levou a pensar nessas questões referente aos tutorandos, e ao colocá-las em nossas preocupações para os futuros planejamentos do projeto.

Assim acreditamos que todo esse movimento seja fundamental para os nossos aprendizados, dos aspectos da educação tutorial, nos deixando mais situados e mais dispostos a pensar, e nos envolver em tais situações educacionais, buscando sempre o aperfeiçoamento, a reflexão e o crescimento de nossas práticas, não só para as atividades do Círculo Tutorial de Cálculo 1, referentes ao PETMAT, mas em nossas constantes práticas docentes.

CONCLUSÃO

No desenvolvimento dos CT's, até o presente momento, pudemos perceber que em sua maioria os tutorandos trabalham cooperativamente na perspectiva da Educação Tutorial, começando a adquirir habilidades no âmbito da autonomia e autoconfiança, refletindo criticamente sobre o processo de ensino e aprendizagem. Ressaltamos que, ao adquirir autonomia, o tutorando poderá compreender melhor as situações-problemas vividas em sala de aula, revisando ideias e conceitos construídos junto ao professor. Isso lhes possibilitará abrir caminhos para a construção da sua autoconfiança necessária para o bom desempenho não só na disciplina de cálculo 1, mas em todas as atividades regulares de seu curso de graduação com um todo.

Além disso, ao enfrentamos esse novo ambiente propiciado pela expansão do projeto nos deparamos com situações não habituais, ou seja, situações distantes das vividas anteriormente no mesmo projeto. Recebemos alunos com muitas dificuldades em matemática básica, e de interpretação matemática, digamos assim, isso nos fez refletir sobre o material e a linguagem do mesmo. O que nos levou a adequar a nossa linguagem de forma mais clara possível, buscando sanar algumas dificuldades de Matemática básica, principalmente no segundo semestre, por meio de listas extras de exercícios e adequação de alguns exercícios do material didático, além de acréscimo exemplos em cada uma das unidades deste material.

Essas novas clientelas pertencentes a outros cursos, em suas especificidades, acabaram gerando mais questões e dificuldades a serem refletidas pela equipe gestora. Passa há haver a preocupação da elaboração de atividades de que atenda às necessidades dos diferentes tipos de cálculo que envolve esse público, 1A, 1B,1C. Dessa forma surge a necessidade da reformulação estrutural do material didático, e a elaboração dos exercícios separadamente, além da criação de um grupo de estudos com o intuito de estudar os conceitos de cálculo, em modelos diferentes das colocadas dentro de sala de aula.

Ao final de cada um dos semestres, pudemos perceber quão gratificante foi essa experiência da nova abrangência do projeto a outros cursos. Pois além de contribuir grandiosamente no desenvolvimento dos tutorandos, e na expansão e reflexão do projeto em seus mais distintos aspectos, propiciou uma grande movimentação interna no desenvolvimento dos tutores.

E nesse último aspecto concluímos que esse novo formato do projeto, favoreceu situações que colocaram os tutores em conflito com seus próprios saberes, obrigando-os a repensa-los e a aprimora-los as novas necessidades. Pois de acordo com Freire (1996):

Ensinar inexistente sem aprender e vice-versa e foi aprendendo socialmente que, historicamente, mulheres e homens descobriram que era possível ensinar. Foi assim, socialmente aprendendo, que ao longo dos tempos mulheres e homens perceberam que era possível - depois, preciso - trabalhar maneiras, caminhos, métodos de ensinar (FREIRE, 1996 p. 12)

Com isso, como coloca Freire, ao refletir seus saberes o tutor se vê em uma necessidade de trabalhar e pensar em suas abordagens perante aos tutorandos, na perspectiva da construção do conhecimento, ou seja, situação em que tutor se vê

em dois planos, o de tutorando e tutor, o que culmina em um grandioso processo de reflexão interna que contribuirá imensamente com suas futuras práticas e fazeres docentes.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Programa de Educação Tutorial: Manual de Orientações Básicas**. Brasília: MEC, 2006.

DURAN, David; VIDAL, Vinyet. **Tutoria aprendizagem entre iguais da teoria à prática**. São Paulo: ABDR. 2007.

TOPPING, K. J. **Tutoria**. Tradução Dr. Margarida Vieira Gomes. Disponível em: <http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/publications/EducationalPracticesSeriesPdf/prac05pt.pdf. > Acesso em 29/03/2017, às 18hs17min.

FREIRE, Paulo, **Pedagogia da autonomia**, edição 25, São Paulo, Paz e Terra, 1996.

GODOY e VEIGA, **Disciplina é criada para superar deficiências na formação em Matemática**. 2014. Disponível em: <https://jornalufgonline.ufg.br/n/75274-disciplina-e-criada-para-superardeficiencias-na-formacao-em-matematica>, visualizado em Abril de 2017.