



Uma experiência de tutoria no ensino de Cálculo Diferencial e Integral

José Pedro Machado **Ribeiro**

Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás
Brasil

pedro@mat.ufg.br

Ana Paula Azevedo **Moura**

Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás
Brasil

anapaulapetmat@gmail.com

Anna Beatriz Costa **Vieira**

Instituto de Matemática e Estatística, Universidade Federal de Goiás
Brasil

annabeatrizcvieira@gmail.com

Resumo

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1 no curso de Matemática da Universidade Federal de Goiás apresenta altos índices de reprovação e desistência, e a maioria dos alunos aprovados possuem baixa aprendizagem e, por conseguinte, notas próximas ao mínimo para aprovação. O Programa de Educação Tutorial da Licenciatura em Matemática, comprometido com a melhoria do curso de graduação e com o processo de ensino e aprendizagem dessa disciplina, decidiu criar o projeto “Vivenciando o Cálculo no curso de Matemática”, cujo objetivo é de oportunizar aos alunos um ambiente colaborativo de aprendizagem, a partir de uma prática de ensino fundamentada na Educação Tutorial. O intuito desse texto é descrever e apresentar resultados da investigação realizada durante o desenvolvimento do projeto no segundo semestre de 2010.

Palavras chave: Cálculo Diferencial e Integral, Educação Tutorial, Educação Matemática, Programa de Educação Tutorial.

Introdução

A disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1, com carga horária de 64 h/a, é ministrada no segundo semestre do curso de Matemática do Instituto de Matemática e Estatística (IME) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Ela é considerada importante e pode contribuir com as mais variadas áreas de estudo no campo da matemática e com diversas disciplinas do curso. No entanto, essa disciplina apresenta um elevado índice de reprovação e evasão, ocasionado por dificuldades na aprendizagem dos conteúdos estudados e pela incipiente formação em matemática que os alunos vêm tendo na Educação Básica. Em decorrência disso, uma grande maioria de acadêmicos exibe notas próximas ao mínimo exigido para a aprovação.

Neste contexto, essa disciplina assume um papel relevante para a vida acadêmica do estudante de Matemática, apesar das assustadoras taxas de reprovações e desistências por parte dos alunos, no decorrer do curso. Com base nessas problemáticas, o Programa de Educação Tutorial da Matemática (PETMAT/UFG) sentiu a necessidade de elaborar um projeto de pesquisa, intitulado “Vivenciando o Cálculo no Curso de Matemática”, visando desenvolver com os alunos iniciantes, um ambiente de estudo e de investigação por meio da Educação Tutorial que, segundo DURAN & VIDAL, consiste em

[...] uma modalidade da aprendizagem entre iguais [...] com uma relação assimétrica (o papel de 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).

Desta forma, emerge a partir de nossas inquietações uma pergunta central no processo investigativo da presente pesquisa: de que forma o campo da Educação Tutorial poderá contribuir para a construção de ações que oportunizem uma significativa aprendizagem dos alunos, quanto aos conhecimentos de Cálculo Diferencial e Integral, de modo a fomentar a aprendizagem deles no âmbito da sala de aula? Ao longo deste relato, apresentaremos as ações desenvolvidas pelos alunos/bolsistas juntos aos estudantes da referida disciplina, realizada no segundo semestre de 2010, tendo como foco principal o processo de ensino e aprendizagem em um ambiente denominado de Círculo Tutorial.

O projeto

O projeto “Vivenciando o Cálculo no Curso de Matemática” teve início no primeiro semestre do ano de 2008 e, a cada semestre, realiza reuniões de planejamento das atividades, de acordo com o cronograma elaborado a partir da análise detalhada das ações desenvolvidas nos anos anteriores, e também a partir da avaliação do desempenho dos alunos no decorrer das aulas da disciplina.

No segundo semestre de 2009, buscando um viés avaliativo do projeto, realizado a partir de um trabalho de análise e discussões em relação à aprendizagem dos alunos, optou-se por fazer observações nos Círculos Tutoriais (CT's). Enquanto ambiente de estudo, onde são realizadas atividades relacionadas aos conteúdos trabalhados na disciplina CDI 1, os CT's têm o propósito de estimular o diálogo e a reflexão, visando a uma maior compreensão dos alunos/ingressantes acerca dos conteúdos ensinados nessa disciplina. Desde então, a equipe executora do projeto “Vivenciando o Cálculo no curso de Matemática” contou com um bolsista desempenhando o

papel de observador nos CT's buscando enriquecer as ações, as avaliações e os planejamentos do projeto.

Em 2010, o projeto foi composto por cinco alunos/bolsistas destinados exclusivamente à desenvolver as ações de tutoria e de investigação e um aluno/bolsista colaborador, para realizar as observações nos CT's, sendo orientados pelo tutor do PETMAT (coordenador do projeto). A divisão de tarefas entre os integrantes do projeto se deu da seguinte forma: um bolsista era responsável pela observação nos CT's, enquanto outros dois desempenhavam o papel de tutor (nesse trabalho será também denominado por aluno/tutor). Para podermos acompanhar o desenvolvimento das aulas ministradas pelos professores da disciplina de CDI 1, eram destinados dois bolsistas para observá-las. Os bolsistas encarregados de assistirem as aulas na turma de CDI 1 faziam levantamentos detalhados sobre o processo de ensino realizado dentro da sala e, em momento seguinte, compartilhavam essas informações, em reuniões semanais, com os outros integrantes da investigação. Desta maneira, foi possível mapear as dificuldades que os alunos/tutorandos vinham enfrentando para, em seguida, elaborar ações de ensino visando abordar essas questões. Os bolsistas responsáveis pela observação nos CT's realizavam anotações, no caderno de campo, buscando levantar elementos significativos para compreender o processo de aprendizagem dos alunos dos CT's (tutorandos), não só no âmbito do projeto, mas também no contexto da disciplina.

Os Círculos Tutoriais são desenvolvidos no segundo semestre do ano, pois é o período em que esta disciplina é ofertada pelo curso. Desta forma, o primeiro semestre é destinado ao planejamento das atividades a serem propostas aos CT's.

Com o intuito de construir situações de cunho comparativo, de maior grandeza, a equipe executora optou em propor desenvolver dois Círculos Tutoriais, realizados simultaneamente no mesmo horário e dia, pautados em ações didáticas sequenciadas com o mesmo plano de aula. Em cada círculo, foi oferecida a quantidade de oito vagas, para os estudantes de uma turma de Cálculo.

A primeira ação realizada junto aos estudantes participantes dos círculos foi uma apresentação do projeto e, por conseguinte, o espaço educativo das atividades, tendo, para tanto, o consentimento do professor da turma para realizar tal intervenção na sala de aula. Neste espaço, descrevemos todas as ações do projeto para despertar interesse nos alunos.

Na seleção dos alunos, nomeados nesse trabalho como aluno/tutorando ou simplesmente tutorando, as dezesseis vagas foram contempladas, sem lista de espera. Em virtude da possibilidade de desistência de algum aluno, a equipe executora decidiu abrir vagas para alunos de outra turma de CDI 1.

A partir de então, a equipe se reunia semanalmente, para um levantamento dos conteúdos desenvolvidos na sala de aula, tendo como ponto de partida as anotações dos observadores. Esse levantamento era imprescindível para a escolha das atividades dos CT's, buscando elaborar os exercícios mais ricos que viessem melhor expressar os conteúdos trabalhados, desta forma, contribuindo significativamente para a aprendizagem do aluno. Além disso, observar o desenvolvimento dos alunos tutorandos a cada Círculo serviu como instrumento de análise dos resultados, já que as anotações eram baseadas na aprendizagem, dúvidas e necessidades dos alunos/tutorandos que foram emergindo durante o desenvolvimento das atividades.

Nos CT's, eram adotados dois instrumentos de estudo: o *Cálculo em Movimento* e as *Atividades em Questão*. O primeiro era conduzido pelos integrantes do grupo, visando à compreensão, por parte dos alunos tutorados, da necessidade de refletir sobre os conceitos e curiosidades matemáticas. O objetivo desse recurso era incentivar a participação dos educandos,

para esclarecimentos acerca dos significados matemáticos. Associado a isso, as listas de atividades contemplavam os conteúdos abordados pelo professor, propiciando uma maior reflexão dos alunos no caminho da resolução de exercícios e problemas propostos. Nesta perspectiva, os alunos/tutorandos ajudavam uns aos outros, nos momentos de estudo, desenvolvendo uma maior cooperação entre o grupo e independência individual no decorrer das atividades de ensino.

A prática do tutor

Desde o princípio, havia uma preocupação contínua do grupo, que era a atuação do aluno/tutor nos CT's. Qual seria a sua postura e como seria sua prática para que fosse possível oportunizar uma aprendizagem significativa aos alunos participantes? Então, fundamentados na Educação Tutorial, optamos por uma abordagem por meio de uma relação assimétrica e com um objetivo comum, compartilhando o conhecimento de todos os envolvidos, (DURAM & VIDAL, 2007).

Nos CT's, em um primeiro momento, o aluno/tutor tinha a responsabilidade de instigar o aluno/tutorando a explicar o que compreendeu sobre o conteúdo abordado em sala de aula. Esse diálogo, além de indicar os obstáculos que os alunos tiveram no estudo da disciplina, contribuía, com a reflexão acerca dos temas abordados, para ele expor seus sentimentos e dificuldades livremente, quanto à disciplina.

Como a tutoria refere-se a uma aprendizagem entre “iguais”, os tutores não poderiam ser vistos como os únicos detentores do conhecimento, mas sim de forma horizontalizada, em que os indivíduos situados em um contexto equivalente ao do aluno/tutorando, e que poderiam ajudá-lo a entender determinado conhecimento em estudo. Isso propiciou uma relação de confiança mútua, melhorando a relação entre tutor e tutorando, o que facilita o processo de ensino e aprendizagem.

Um dos principais objetivos do projeto era possibilitar situações para a formação da autonomia dos alunos/tutorandos, de modo a construir informações e fatos a serem analisados posteriormente. Dessa forma, não seria adequado que o aluno/tutor emitisse ao tutorando a resposta ou o caminho a seguir, no decorrer do exercício, sem que este estivesse imbuído em sua busca, mas sim, se necessário, apresentasse sugestões e orientações para que o aluno pudesse chegar a construir a solução do problema e, assim, ajudá-lo a refletir sobre os conceitos e procedimentos usados. Nesse sentido, Topping (2000, p. 12) 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”.

Diante disso, o aluno, por meio das intervenções necessárias, poderá entender o método de como atingir uma determinada solução, do que simplesmente chegar a ela. Sendo assim, o tutor questiona o tutorando sobre as técnicas e procedimentos utilizados para determinar a solução, evitando respostas “monossilábicas”. Avaliar se a resolução não foi mecânica e se o tutorando realmente aprendeu os meios pelo qual resolveu dada questão passou a ser um desafio investigativo. Desse modo, esse aprender, a nosso ver, é compreender o significado de um determinado conhecimento a partir da constituição de feixe de relações cognitivas que articula distintos sentidos (MACHADO, 1995).

Caso o tutorando não viesse conseguir realizar corretamente as etapas para uma solução, ele é estimulado a detectar e corrigir o erro, com o auxílio do tutor. Dessa forma, a intervenção do tutor será salutar para o processo de aprendizagem, orientando o aluno/tutorando a alcançar os caminhos para a resolução do problema. E assim mobilizando-o à reflexão, a partir de questionamentos que promova uma orientação mais sólida, tais como: *Esse caminho de resolução que você tomou está levando a que rumo? O que espera encontrar após realizar o próximo passo? Há um erro nesse seu raciocínio? Como contornar esse possível erro? Que caminhos você poderia tomar agora?* Entendemos que um encaminhamento nessa direção poderá oportunizar o aluno a alcançar uma aprendizagem qualitativamente mais relevante.

Os Círculos Tutoriais

O desenvolvimento dos dois Círculos Tutoriais (CT's) era realizado em encontros semanais de tutores e tutorandos. Após uma cuidadosa avaliação das ações de tutoria, a partir dos dados coletados no ano anterior, a equipe executora buscou construir ambientes de aprendizagem que viessem atender as necessidades e expectativas dos alunos/tutorandos, no que diz respeito aos conhecimentos de cálculo.

Cada encontro do Círculo Tutorial era realizado em dois momentos. Em um primeiro momento, foi promovido um espaço educativo diferenciado acerca dos conteúdos de Cálculo 1 por meio do *Cálculo em Movimento*, que consistiu em questões históricas, curiosidades, demonstrações, entre outros. Já no segundo momento, foi proposto um atividade de ensino relacionada com o conteúdo ministrado pelo professor na sala de aula de CDI 1.

Todo o material utilizado nos CT's foi elaborado pela equipe executora do projeto com o objetivo de despertar o interesse e levar os alunos à construção de significados e compreensão dos conceitos. A partir da experiência do projeto nos anos anteriores, percebemos a importância da colaboração dos participantes na resolução de problemas, pois, segundo uma visão vigotskiana “não é por meio do desenvolvimento cognitivo que o indivíduo se torna capaz de socializar, é na socialização que se dá o desenvolvimento dos processos mentais superiores” (DRISCOLL, 1955, *apud* MOREIRA, 1999, p.110). Sob essa perspectiva, foram estabelecidas discussões relevantes sobre os materiais utilizados, estimulando a participação de todos e contribuindo para a socialização do conhecimento.

Nos primeiros encontros, devido à timidez dos alunos tutorandos, as discussões eram tímidas, solicitavam o auxílio dos tutores, ainda que de forma acanhada. As dificuldades, constantemente encontradas, relacionavam-se à interpretação e à percepção de estratégias para a resolução de problemas. Dessa forma, as dificuldades da aprendizagem do conteúdo não eram tão perceptíveis, por estarem nas sombras da dependência dos tutorandos. Então, o primeiro passo dado foi desenvolver, junto aos alunos, o seu potencial criativo e a sua autoconfiança. Muitos textos do material *Cálculo em Movimento* trouxeram procedimentos diferentes dos convencionais, que são estudados em sala de aula. Por exemplo, no primeiro encontro CT-01 (1º encontro do Círculo Tutorial), quando foi desenvolvida a ideia intuitiva de Limite, o bolsista-observador notou interesse da turma no momento em que um aluno/tutorando interrompeu a leitura e explicou o método descrito presente no material, auxiliado por um diálogo entre os tutores e o referido aluno. A partir desse momento, os estudos do CT's despertaram entusiasmo entre os tutorandos.

Os alunos/tutorados, desde o princípio, não pareciam intimidados com a presença de um observador entre eles, mas ficavam curiosos com o que ele poderia estar escrevendo a seu respeito.

Da mesma forma, como os tutorandos foram, aos poucos, acostumando-se com a presença do observador, também os tutores foram conquistando a confiança dos tutorandos e, assim, pôde-se construir um espaço mais dialógico, possibilitando uma maior interação e um maior envolvimento entre tutores e tutorandos. Como consequência, foi evidente o crescimento cognitivo e o empenho na busca pelo aprender por parte dos alunos/tutorandos. Eles se organizavam em grupos para discutirem os exercícios, fato que pode claramente ser percebido no último encontro do CT (CT-14) quando foi proposto um jogo como atividade, onde foi trabalhado de forma descontraída questões práticas e teóricas da disciplina de Cálculo 1. Pôde-se notar um bom desempenho dos tutorandos na construção de competências relativas aos conhecimentos matemáticos e quanto à capacidade e domínio de conceitos e procedimentos para resolução de problemas.

As atividades de ensino reuniam problemas e exercícios que levavam os alunos a utilizar os diferentes instrumentos do Cálculo Diferencial e Integral 1 e proporcionavam uma maior compreensão delas. Percebemos ainda que, no decorrer do tempo, os alunos foram adquirindo maior habilidade no âmbito dos conhecimentos e passando a serem mais autônomos, e de tal modo a dispensar em alguns casos a mediação do aluno/tutor.

Resultados

Acreditamos que o desenvolvimento dos Círculos Tutoriais oportunizou substanciar uma aprendizagem significativa dos alunos/tutorandos e, por conseguinte, contribuiu para o desempenho deles na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral 1. Fatos estes, podem ser justificados pela busca incessante que os alunos imprimiram na construção de conceitos, na dinâmica da prática de sala do CT, na intensidade e comprometimento aos estudos. Os alunos/tutorandos trabalhavam cooperativamente na perspectiva da Educação Tutorial adquirindo habilidades no âmbito da autonomia e autoconfiança, refletindo criticamente sobre o processo de ensino e aprendizagem.

Ressaltamos que, ao adquirir autonomia, o tutorando pode compreender as situações problemas, revisando ideias e conceitos construídos nas salas de aula junto ao professor. Desse modo, diminuindo a dependência de outrem para desenvolver problemas na graduação. Portanto, possibilita abrir caminhos para a construção da sua autoconfiança necessária para o bom desempenho nas atividades regulares do curso de graduação.

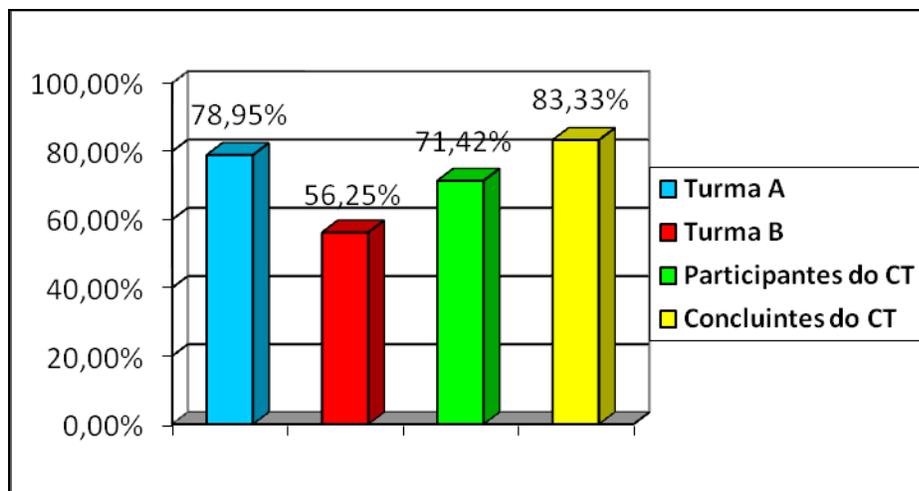
Os dados coletados na investigação possibilitaram analisar que a contribuição na aquisição de conhecimentos da disciplina Cálculo Diferencial e Integral 1 se efetivou. Pois as observações dos CT's, nas listas de checagens e nas autoavaliações evidenciaram elementos que expressaram o sentimento de trabalhar em grupo, a construção da autonomia e o gosto pelo cálculo, estes como constituíram os propulsores para a busca pelo conhecimento.

Ao final do semestre buscamos, junto aos professores de CDI 1 do turno vespertino, o resultado final do processo avaliativo dos alunos nas disciplinas, já que nos círculos possuíam alunos de duas turmas, sendo que a maioria dos alunos que participaram, no ano de 2010, eram matriculados na disciplina da turma B. A partir do documento concedido pelo professor constatamos que ocorreu uma pequena diminuição da desistência de alunos na disciplina, apenas

um dos alunos participantes desistiu, ou seja 6,3% do total de participantes. Não foi possível obter informações dos motivos dessa desistência.

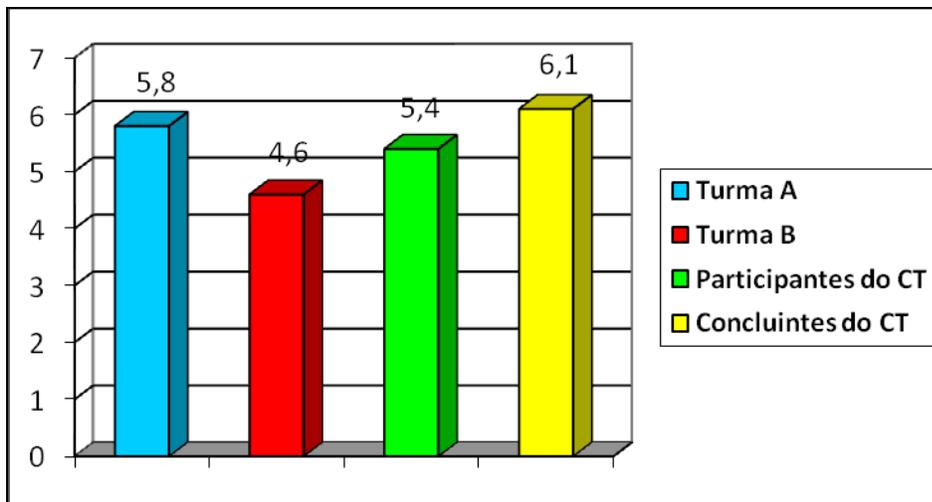
Uma variável que sempre estivemos atentos foi a da reprovação, por julgarmos ser mais problemática para a vida acadêmica do aluno e para a organização interna do curso. Os dados nos mostram que dentre os alunos participantes dos CT's ocorreu um maior número de aprovação ao se comparar com a média das turmas.

Figura 1: Taxa de Aprovação



No contexto quantitativo, com relação às médias finais dos alunos, percebemos que os alunos/tutorandos ainda não alcançaram notas significativamente maiores que a média geral da disciplina. No entanto, destacamos que a diferença entre a média dos tutorandos concluintes do CT's e a dos alunos da turma B é de 1,5.

Figura 2: Média das notas finais dos alunos



No último encontro dos Círculos Tutoriais solicitamos a todos os tutorandos que respondessem um questionário avaliativo, contendo informações significativas que nos deram suporte para reflexões no âmbito qualitativo e quantitativo. Pudemos observar nas colocações dos sujeitos que, de forma geral, eles ficaram bem satisfeitos com a participação do projeto, pois argumentaram que o ambiente tutorial de aprendizagem favorecia o estudo e a reflexão acerca dos conhecimentos de cálculo. Por exemplo, realizamos as seguintes perguntas: *Você acredita que a participação no círculo contribuiu para uma melhor compreensão do papel do cálculo na matemática como um todo?*; *Você acha que o círculo contribuiu para resolver suas dúvidas específicas?*. Nestas questões tivemos como resultado o “muito”, pois 83,33% dos participantes que responderam os questionários indicaram esse conceito.

Em outra questão *Como você julgaria a participação dos tutores?* os alunos/tutorandos demonstraram terem gostado da participação dos tutores:

“[...] Sempre estão dispostos a ensinar da melhor maneira possível e até de uma maneira divertida para que possa atrair a atenção para o exercício, muito compromisso e paciência com quem tem mais dificuldade”, (Aluno C).

“[...] Não foram somente tutores, ‘forão’ professores, educadores, que se esforçaram para o conhecimento comuto do grupo levando como impulso e ‘insetivo’ a missão de saciar dúvidas pendentes e concretizar com o conhecimento. Ótima atuação pelos lados da vontade, assiduidade e etc.”, (Aluno B).

“[...] Os tutores estão bem preparados, conseguiram suprir todos as minhas dúvidas com muita paciência e boa vontade”, (Aluno F).

Também perguntamos como eles avaliariam as atividades do Círculo Tutorial. Percebemos que conseguiram compreender a proposta do projeto e que as atividades supriram as dúvidas específicas.

“Muito boas, já que não há respostas feitas, ou seja, fazem nós chegarmos a uma conclusão por nós mesmo”, (Aluno A).

“É importante, pois existe uma intensa contribuição para tirar dúvidas, trabalho em grupo, compreensão e até mesmo independência em querer resolver sozinho”, (Aluno C).

Em outra questão, pretendendo buscar elementos sobre a atuação dos sujeitos dentro dos Círculos Tutoriais, solicitamos que eles analisassem as suas vivências no decorrer dos encontros dos CT's. Nesse momento, percebemos a mudança de hábitos de estudo e o desenvolvimento das habilidades.

O Círculo Tutorial contribuiu muito quanto ao desenvolvimento de métodos de estudo individual, e também, num grande conhecimento do Cálculo I além do que os colegas que não participaram obtiveram”, (Aluno D).

“O círculo me ajudou a ser mais esforçado em resolver todos os exercícios e a concluí-los, maior rapidez em resolver os exercícios e me fez ser mais interessado no curso de cálculo”, (Aluno E).

Uma pergunta relevante para o projeto “Vivenciando o Cálculo no curso de Matemática” foi “No seu ponto de vista, o PETMAT deve continuar oferecendo os círculos tutoriais para os alunos do curso de Matemática?”, 100% dos participantes concluintes e desistentes, avaliaram que “sim”.

Nesta perspectiva, concluímos que o projeto atendeu as expectativas almeçadas, porém desenvolvemos somente uma parte de toda uma proposta que tem como objetivo abordar o processo de ensino e aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral 1 por meio de ações colaborativas pautadas no universo da Educação Tutorial. Com a análise dos dados coletados, tanto pelos questionários, pelas listas de checagem, pelas autoavaliações, quanto pelas observações feitas nos CT's, leva-nos a apontar que a possibilidade de construção de espaços educativos extraclasse pode consistir em um significativo caminho para oportunizar aos alunos uma aproximação com o conhecimento, a reflexão, o diálogo e o convívio respeitoso com o diferente.

Bibliografia e referências

DURAN, D.; VIDAL, V. Tutoria aprendizagem entre iguais da teoria à prática. São Paulo: ABDR. 2007.

FREIRE, P. Educação como Prática de Liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2000.

MACHADO, Nilson José. Epistemologia e didática. São Paulo, Cortez, 1995.

MOREIRA, Marco Antônio. Teorias de aprendizagem. São Paulo: EPU, 1999.

VIGOTSKI, L. Pensamento e linguagem. Trad. Jefferson Luiz Camargo. Revisão Técnica José Cippola Neto. Psicologia e pedagogia. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

TOPPING, K. Tutoria. Disponível em:

http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/publications/EducationalPracticesSeriesPdf/prac05pt.pdf. Acesso em 21/08/2009, 9h17min.