

UMA EXPERIÊNCIA DE TRABALHO COLABORATIVO NAS DISCIPLINAS BÁSICAS DA MATEMÁTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Elisandra Bar de Figueiredo,¹ Ivanete Zuchi Siple,² Eliane Bihuna de Azevedo,³ Graciela Moro⁴

RESUMO

As disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica e Álgebra Linear ocupam papel importante nas primeiras fases da estrutura curricular dos diversos cursos de Engenharia, pois fornecem ferramentas fundamentais para a interpretação e resolução de problemas. Por outro lado, sabemos que o processo de ensino-aprendizagem dessas disciplinas não é uma tarefa fácil, constituindo-se em grande desafio para a maioria dos docentes e alunos envolvidos. Diante desse cenário, a Direção de Ensino e o Departamento de Matemática do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina implantaram um projeto de ensino envolvendo tais disciplinas. O principal objetivo desse projeto de ensino foi criar ações que possibilitassem manter a qualidade de ensino e de aprendizagem e que estivessem inseridas num contexto de trabalho colaborativo entre os professores que atuavam nessas disciplinas. Neste artigo, relatamos essa experiência de trabalho colaborativo apresentando índices de aproveitamento e evasão nas disciplinas, bem como uma análise descritiva da avaliação do projeto sob a ótica discente.

Palavras-chave: Projeto de ensino; trabalho colaborativo; ensino de cálculo; ensino de álgebra e geometria analítica; tecnologias no ensino.

ABSTRACT

A COLLABORATIVE WORK EXPERIENCE IN BASIC DISCIPLINES OF MATHEMATICS IN ENGINEERING COURSES

The disciplines of differential and integral calculus, analytical geometry, and linear algebra occupy an important role in the early stages of the curriculum of various engineering courses, because they provide fundamental tools for interpreting and solving problems. On the other hand, we know that the process of teaching and learning of these disciplines is not an easy task, constituting a major challenge for most teachers and students involved. In this scenario, the Directorate of Education and the Department of Mathematics of the Center of Technological Sciences of the State University of Santa Catarina deployed an education project involving such disciplines. The main objective of this project was to create educational activities that would allow us to maintain the quality of teaching and learning, embedded in a context of collaborative work among teachers who worked in these disciplines. In this paper, we report the experience of collaborative work, featuring passing and dropout rates in the disciplines, as well as a descriptive analysis of the project evaluation from the perspective student.

Keywords: Teaching project; collaborative work; teaching calculus; algebra and analytical geometry teaching; technologies in education.

1 Professora, Doutora, Universidade do Estado de Santa Catarina; e-mail: elis.b.figueiredo@gmail.com

2 Professora, Doutora, Universidade do Estado de Santa Catarina; e-mail: ivazuchi@gmail.com

3 Professora, Mestre, Universidade do Estado de Santa Catarina; e-mail: eliane.bihuna@gmail.com

4 Professora, Mestre, Universidade do Estado de Santa Catarina; e-mail: gracimoro@gmail.com

INTRODUÇÃO

A preocupação com as disciplinas do ciclo básico dos cursos de engenharia, tais como Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica e Álgebra Linear, não é recente, muito menos novidade. Diversas pesquisas sobre ensino e aprendizagem dessas disciplinas têm sido realizadas tanto em nível nacional quanto internacional (REZENDE, 2003; ARTIGUE, 2004; CURY, 2002; HENRIQUES, ATTIE, FARIAS, 2007).

Essas disciplinas ocupam papel importante nas primeiras fases da estrutura curricular dos cursos de engenharia, pois fornecem ferramentas potenciais para a interpretação e resolução de problemas. Por outro lado, sabemos que o processo de ensino-aprendizagem dessas disciplinas não é uma tarefa fácil, constituindo um grande desafio para a maioria dos docentes e alunos envolvidos. A tão atual e aberta questão “que matemática é necessária ensinar aos estudantes de engenharia?” já foi tema de discussão e desdobramentos em um encontro de matemáticos e engenheiros no Chicago Symposium on Mathematics for Engineering Student, ocorrido em 1907, na Universidade de Chicago, evidenciando que não é recente a preocupação com a matemática ensinada nesses cursos (SLAUGHT 1908, *apud* GOMES 2009). Entretanto, as dificuldades apresentadas nessas disciplinas têm sido, ao longo das décadas, responsáveis por um grande número de evasões ou de retenções dos estudantes, constituindo temáticas importantes nos atuais congressos de ensino de engenharias, bem como fomentando as discussões nos grupos de pesquisa em Ensino de Educação Matemática (FARIAS, 2007, SILVA FILHO *et al.*, 2007, *apud* FIORANI, LOPES, NAKAO, 2011).

Com base nesse panorama, os educadores sentem-se desafiados a identificar estratégias para possibilitar aos estudantes a superação de suas dificuldades, com o intuito de reduzir os índices de reprovação e de evasão, além de permitir que os estudantes alcancem bons níveis acadêmicos.

Diante do cenário preexistente e da pertinência da temática, a Direção de Ensino e o Departamento de Matemática do Centro de Ciências Tecnológicas da Universidade do Estado de Santa Catarina (CCT-UDESC) implantaram, em 2002, um proje-

to de ensino que envolvia as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral (CDI-I e CDI-II), Geometria Analítica (GA) e Álgebra Linear (ALI). Tal projeto surgiu em resposta aos anseios da comunidade acadêmica em relação ao nível e à qualidade de ensino dessas disciplinas. O principal objetivo desse projeto de ensino foi criar ações que possibilitassem manter a qualidade de ensino e aprendizagem, inseridas num contexto de trabalho colaborativo entre os professores que atuavam nessas disciplinas.

Entre outras ações desenvolvidas no projeto, destacam-se: formação de grupos de discussão por disciplina, elaboração de material didático, definição de critérios e formas de avaliações unificadas, utilização de diferentes metodologias de ensino. Ao longo de sua aplicação, o projeto foi avaliado, readaptado, reeditado e aplicado, por dez anos consecutivos, aos alunos do CCT-UDESC, que cursavam as disciplinas de CDI-I, CDI-II, GA e ALI.

Neste trabalho, apresentamos os dados relativos aos últimos quatro anos de sua aplicação, enfatizando os índices de aproveitamento nas disciplinas, os índices de evasão, bem como uma análise descritiva do questionário de satisfação submetido aos acadêmicos das disciplinas integrantes do projeto. A população envolvida na análise dos dados compreende, em média, 1.340 alunos por semestre e oito professores por disciplina.

Portanto, para apresentar tal experiência, este trabalho está assim estruturado: revisão bibliográfica; descrição do projeto de ensino; avaliação e análise do projeto e considerações finais.

REFERENCIAL TEÓRICO

As disciplinas de matemática, em particular, Cálculo Diferencial e Integral e Álgebra Linear, são geralmente consideradas pelos alunos as mais difíceis de suas grades curriculares e, como consequência dessa dificuldade, nessas disciplinas ocorrem altos índices de reprovação. Essa temática faz com que muitas pesquisas, tanto em nível nacional quanto internacional, procurem entender as razões dessa dificuldade e, ao mesmo tempo, busquem alternativas que possam contribuir para o ensino e aprendizagem dos conteúdos estudados nessas disciplinas (REZENDE, 2003; CURY, 2002; ARTIGUE, 2004; ZUCHI, 2005).

Essas disciplinas fazem parte da estrutura curricular da maioria dos cursos de engenharia. De acordo com as Diretrizes dos cursos de Graduação em Engenharia (2006), todo o curso, independentemente de sua modalidade, deve possuir em seu currículo um núcleo de conteúdos básicos, que equivale a cerca de 30% da carga horária mínima, incluindo a Matemática. No rol das disciplinas básicas da Matemática, encontram-se as disciplinas de CDI-I, CDI-II, GA, ALI, presentes no currículo de vários cursos de engenharia.

Embora essas disciplinas estejam presentes no currículo de muitos cursos superiores, as dificuldades com seu ensino e sua aprendizagem têm representado um problema para professores e estudantes, tanto dos cursos de engenharia como para os alunos das demais áreas de exatas e afins.

No ensino de cálculo, por exemplo, os indicadores dessa problemática estão comprovados pelas taxas de reprovação, repetência e abandono da disciplina (CABRAL e CATAPANI, 2003 *apud* ALMEIDA, FATORI, SOUZA, 2007), desafiando os educadores a repensarem metodologias que possam contribuir na melhoria desse quadro.

O que se pode perceber é que o insucesso dos alunos está fortemente relacionado com a não adequação dos conteúdos que compõem os programas das disciplinas de Cálculo à realidade dos estudantes e às necessidades do sistema social, cultural e econômico, com uma metodologia que, em geral, prioriza operações, técnicas e repetição de algoritmos, entre outros fatores (ALMEIDA, FATORI, SOUZA, 2007 p. 3).

Essa realidade também não é distinta na disciplina de Álgebra Linear. Nieto e Lopes (2006) assinalam que os alunos têm muitas dificuldades nessa disciplina e, em consequência, os índices de reprovação também são altos. Eles salientam que ministrar Álgebra Linear não é uma tarefa fácil e constitui um desafio para os professores, exigindo destes um grande esforço; destacam, ainda, a dificuldade de se ter um material didático apropriado às necessidades de cada curso.

Os livros mais antigos apresentam geralmente uma abordagem expositiva tradicional, na qual o desenvolvimento axiomático, apesar de importante, não parece apropriado, dependendo a que

curso se destina. Mas, é surpreendente que poucos livros sobre Álgebra Linear acompanharam as necessidades diversificadas das pessoas que utilizam seus conteúdos dependendo de cada campo de atuação (NIETO, LOPES, 2006).

De acordo com Silva e Neto (2012), o ensino pode se tornar mais significativo se o professor se preocupar em saber em que e como são aplicados, *a posteriori*, os conteúdos ensinados em sua disciplina. Com essas informações, possibilita-se o desenvolvimento de um programa inter-relacionado em disciplinas dependentes e subsequentes que sejam valorizadas como produção social e científica. Essa postura suscita uma questão, a qual deveria ser inerente ao trabalho do docente: por quanto tempo um professor, na condução de sua disciplina, detém-se para pensar sobre o que está ensinando? Por certo, muito pouco, segundo os autores, mas essa resposta diante do questionamento pode levar o professor a refletir sobre a gênese do conteúdo ensinado, a relação desse com as demais disciplinas e a sua importância na formação do acadêmico.

Seguramente, qualquer concepção transformadora do ensino da matemática deve transitar por estas indagações. Se cada conteúdo a ser abordado em sala de aula pudesse ser analisado minuciosamente sobre cada um desses aspectos, é provável que, além de uma mera transmissão de dados prontos e acabados, se consiga chegar com maior proximidade ao processo de construção desse conhecimento (SILVA e NETO, 2012, p. 4).

A formação de um grupo de trabalho colaborativo entre os professores que ministram as mesmas disciplinas e/ou disciplinas sequenciais pode se revelar um ambiente propício a reflexão e busca de respostas a tais indagações, bem como possibilitar a troca de experiências e discussão das conexões entre os conteúdos abordados. Lembramos que a questão do trabalho colaborativo dentro do domínio da educação não é nova. Vygotsky (1985) argumenta que as atividades realizadas em grupo, de forma conjunta, oferecem enormes vantagens, que não estão disponíveis em ambientes de aprendizagem individualizada. De acordo com Costa (2005, *apud* DAMIANI, 2008), no trabalho colaborativo, os membros de um grupo apoiam-se, visando atin-

gir objetivos comuns negociados pelo coletivo, estabelecendo relações de liderança compartilhada, confiança mútua e corresponsabilidade pela condução das ações. Segundo Damiani (2008), podemos pensar que o trabalho colaborativo entre professores apresenta potencial para enriquecer sua maneira de pensar, agir e resolver problemas, criando possibilidades de sucesso à difícil tarefa pedagógica, porém, ao longo da história, o professor tem trabalhado individualmente.

É importante salientar que, ao valorizar o trabalho colaborativo, não se nega a importância da atividade individual na docência. Fullan e Hargreaves (2000, *apud* DAMIANI, 2008), defendem a reconciliação dos dois tipos de atividade, entendendo que qualquer delas, sem a outra, limita o potencial de trabalho dos professores. De modo semelhante, o trabalho colaborativo, por parte dos discentes, também pode favorecer a aprendizagem das disciplinas. Segundo Fernandes (2000, *apud* ALMEIDA, FATORI, SOUZA, 2007), quando os alunos trabalham juntos, com o mesmo objetivo, e produzem um produto ou solução final comum, têm a possibilidade de discutir os méritos das diferentes estratégias para resolver um mesmo problema, e isso pode contribuir significativamente para a aprendizagem dos conceitos envolvidos.

Outro aspecto relevante para o ensino e aprendizagem dos conteúdos do ciclo básico diz respeito à incorporação de atividades com o uso de recursos tecnológicos. Com a disponibilidade das calculadoras, computadores, *softwares* gratuitos e de outros recursos tecnológicos educacionais, abre-se um grande leque de possibilidades para a realização de experimentos e práticas pedagógicas que seriam inimagináveis sem o uso de tais tecnologias.

Uma das potencialidades dos *softwares* para o ensino é o uso dos recursos da visualização gráfica tridimensional.

A tecnologia é essencial no processo da visualização e essa por sua vez ocupa um papel fundamental na compreensão de conteúdos matemáticos [...]. Stewart (2008) ao enfatizar a compreensão dos conceitos no ensino de cálculo, lembra que a visualização e as experiências numéricas e gráficas, entre outras ferramentas, alteram fundamentalmente a forma como ensinamos os raciocínios conceituais. A animação proporcionada pelos recursos com-

putacionais constitui um elemento fundamental na visualização de forma que as imagens podem ser dinâmicas e interpretadas pelos alunos em outras formas de produzir o conhecimento (SILVA e FERREIRA, 2009, p. 1).

Entretanto, nessa nova organização do trabalho do professor, é interessante observar que o uso das tecnologias por si só não dará conta das mazelas do ensino. Também importa saber que nem todos os conteúdos podem ser potencializados utilizando os recursos tecnológicos, como as calculadoras e os *softwares*. Muitas vezes, a utilização dessas tecnologias não é indicada para auxiliar o entendimento de determinados conteúdos, devendo o professor, diante dessa situação, lançar mão de outras metodologias, a fim de que o conteúdo seja melhor compreendido por seus alunos.

Portanto, o papel do professor é fundamental na escolha de uma metodologia que propicie o melhor significado do objeto matemático, de acordo com o objetivo do curso. Nesse contexto, o trabalho colaborativo pode favorecer as decisões do docente em suas atividades pedagógicas. Na sequência, apresentamos um projeto que foi desenvolvido nesse espírito, envolvendo disciplinas do ciclo básico.

PROJETO DE ENSINO

O projeto de ensino de Cálculo e Álgebra (MENESTRINA, GOUDARD, 2003) foi implantado no CCT-UDESC em 2002 e estendeu-se até 2011. Durante esse tempo, passou por adaptações e aprimoramentos, sendo avaliado semestralmente pelos docentes e discentes. O projeto foi aplicado nas disciplinas de CDI-I, CDI-II, GA e ALI dos cursos de engenharia, e também contemplou o curso de Ciência da Computação e as licenciaturas em Física e Matemática. O principal objetivo desse projeto foi criar estratégias que, inseridas num contexto de trabalho colaborativo, possibilitassem manter a qualidade de ensino e aprendizagem das disciplinas.

Para atingir o objetivo proposto, foram delineadas algumas estratégias específicas: envolvimento dos professores quanto à qualidade do ensino; elaboração de material didático para cada disciplina; identificação das principais dificuldades dos alunos relativas à sua aprendizagem; elaboração de critérios

de avaliação de maneira unificada em cada disciplina; relação dos conteúdos entre as disciplinas.

A metodologia do projeto abrangeu a seguinte sistemática:

- coordenação do projeto: organização geral, realizada por um professor que faz a ponte entre os subcoordenadores;
- coordenação das disciplinas (subcoordenadores): gerenciamento das ações propostas, sob a responsabilidade de um professor por disciplina, e promoção do trabalho conjunto entre as demais, quando possível;
- trabalho colaborativo: elaboração do plano de ensino, discussão dos critérios e métodos de avaliação e definição da metodologia de ensino;
- recursos tecnológicos: uso de ferramentas tecnológicas livres para auxiliar na aprendizagem de determinados conteúdos, bem como a manutenção e atualização de *home page* de cada disciplina como um canal de comunicação entre docentes e discentes;
- análise quantitativa e qualitativa: descrição e análise dos dados oriundos da aplicação do projeto (índices de aprovação, reprovação e evasão) e análise de questionários de avaliação do projeto respondidos pelos discentes.

Desenvolvimento do Projeto

O projeto de ensino contava com um coordenador geral e um subcoordenador para cada uma das disciplinas: CDI-I, CDI-II, GA e ALI. O coordenador geral fazia o elo entre os subcoordenadores e geralmente exercia, ao mesmo tempo, a subcoordenação de uma das disciplinas. O subcoordenador desempenhava o papel de coordenar a organização da disciplina em aspectos pedagógicos (plano de ensino, material didático, monitoria) e burocráticos (*home page*, espaço físico para avaliações).

Ao longo dos anos, diversos docentes alteraram-se no papel de coordenador geral e foi comum a troca de subcoordenadores, haja vista que as principais contribuições de um trabalho colaborativo são as novas ideias, as trocas de experiências e a compreensão de um processo contínuo entre os membros da equipe. A eficiência de um trabalho conjunto reside não somente em colocar em prática

determinadas ações, mas também em proporcionar sua evolução.

Pelo fato de serem idênticos ementa e conteúdo programático de cada disciplina, aprovados no PPC dos cursos, a equipe sob a coordenação de cada subcoordenador da área elaborava um cronograma unificado, que contemplava o plano de ensino, a metodologia utilizada e a forma de avaliação. Essa unificação apresentava vários pontos positivos, entre os quais se destacam: a troca de experiências entre os membros; o suporte para novos professores; a constante avaliação do professor pelos alunos, propiciando a reflexão sobre sua prática de ensino; a flexibilidade para o aluno assistir a outras aulas sobre um determinado assunto e, assim, sanar eventuais dúvidas; e melhores índices de aproveitamento em disciplinas subsequentes. Por outro lado, também houve pontos negativos, entre os quais se destacam: as avaliações unificadas; a perda da identidade das turmas; o tempo de aprendizagem de cada turma; e a resistência de alguns professores ao trabalho colaborativo.

A unificação do planejamento da disciplina supunha metodologia, estratégia e avaliação idênticas para todas as turmas. Essa unificação mostrou-se conflitante em alguns aspectos. Do ponto de vista quantitativo, era considerada positiva, pois, na ótica dos discentes e docentes, havia um mesmo parâmetro de avaliação para todos os alunos. Entretanto, do ponto de vista qualitativo, revelou-se frágil, pois essa unificação supunha que o ritmo de aprendizado era o mesmo para todos os alunos e que uma mesma metodologia era viável para o ensino-aprendizagem dos diferentes cursos. Essa forma de avaliação já foi questionada por outros professores da UFF, numa experiência similar envolvendo a disciplina de CDI-I, e cuja reflexão se presta ao nosso projeto:

[...] em vez de se ter o aprendizado como atividade fim, a avaliação passou a ser, na prática, o fim em si, e o aprendizado um meio de atingir uma boa avaliação (MELLO, MELLO, FERNANDES, 2001, p. 3).

Um dos frutos do trabalho em equipe foi a elaboração de material didático para cada disciplina, na qual o subcoordenador reunia as sugestões dadas pelos membros da equipe e do corpo discente, compilando, a cada semestre, a versão atualizada do material. Esse foi elaborado a partir de várias bibliogra-

fias clássicas, com o intuito de agrupar, numa única apostila, o conteúdo que abrangesse toda a ementa da disciplina, bem como apresentar novas abordagens de conteúdos de difícil acesso na literatura. Citamos como exemplo a elaboração de material didático para o conteúdo de “cilindros projetantes”, da disciplina de GA, que está relacionado com o conteúdo de integrais duplas e triplas, na disciplina de CDI-II, cuja abordagem não é usual nas bibliografias clássicas. Ressalta-se que o uso das apostilas, em nenhum momento, teve a intenção de eliminar o uso de livros, servindo, porém, como importante material complementar para professores e alunos.

Outra contribuição relevante foi o desenvolvimento de atividades que propiciavam a integração de conteúdos de diferentes disciplinas, como, por exemplo, a atividade denominada “A maquete”, que envolvia tópicos de GA e CDI-II. Essa atividade consistia em construir a maquete de um determinado sólido, modelá-lo computacionalmente, aplicar os conhecimentos de GA para identificar as superfícies envolvidas, as curvas de interseção e as projeções, bem com aplicar os conceitos de integrais múltiplas para determinar o valor numérico do volume do sólido em questão. Esse trabalho era realizado em equipe e devia ser socializado com os colegas da turma.

Quanto à avaliação do projeto, ele era avaliado sob duas óticas: discente e docente. Ao final de cada semestre, os alunos respondiam anonimamente a um questionário, cujo objetivo era avaliar o projeto em termos de metodologia, didática do professor, monitoria, material didático, coerência da avaliação, autoavaliação do aluno em relação ao seu comprometimento na disciplina, bem como para obter suas sugestões de melhoria. Os resultados eram analisados e possibilitavam refletir sobre a prática de ensino, replanejar as atividades, de modo que o processo ensino-aprendizagem fosse favorecido. É importante para cada professor saber em que aspectos está falhando, para planejar o que e como ensinar. Para o acadêmico, a autoavaliação permite refletir sobre comportamentos e habilidades que desenvolveu e é útil para estimular à autocrítica e a autonomia nos estudos.

Ainda ao final de cada semestre, era elaborado e publicado, institucionalmente, um relatório das

atividades desenvolvidas, dos índices de aprovação, evasão e da análise dos questionários respondidos pelos alunos. Comparando-se os resultados obtidos em cada semestre, era possível identificar as ações que contribuíam para a evolução do processo ensino-aprendizagem e as que não surtiam efeito, permitindo ao grupo uma reflexão e readequação dessas ações.

Na sequência, apresentaremos alguns extratos dessas avaliações, bem como a sua análise.

AVALIAÇÃO E ANÁLISE DO PROJETO

Nesta seção, apresentaremos alguns dados obtidos no percurso de aplicação do projeto nos últimos quatro semestres, ou seja, no período de 2009/02 a 2011/01. Esses dados são oriundos da análise quantitativa dos relatórios semestrais, efetuada pelos professores, bem como da análise descritiva dos questionários respondidos pelos acadêmicos. A escolha em apresentar tais dados no referido período é devida às últimas mudanças ocorridas no projeto, tais como nova coordenação, reformulação dos instrumentos de avaliação e os dados atuais para compor a amostragem.

Nesse período, foram contempladas por semestre, em média, 10 turmas de GA, 8 turmas de ALI, 11 turmas de CDI-I e 10 turmas de CDI-II. A quantidade de alunos matriculados por disciplina, em cada semestre, pode ser visualizada na Tabela 1.

Tabela 1: Quantidade de alunos matriculados

	GA	ALI	CDI-I	CDI-II
2009/02	325	239	405	271
2010/01	320	319	395	266
2010/02	323	341	411	297
2011/01	356	345	493	261

Ressaltamos que os dados da Tabela 1 são compostos da seguinte forma:

- nos semestres 2009/02 e 2010/01, a população foi composta pelos alunos dos cursos de Engenharia Civil, Mecânica, Elétrica e Produção e

Sistemas, e das licenciaturas em Matemática e Física;

- a partir do semestre 2010/02, foram adicionados à população os acadêmicos do curso de licenciatura em Química, em CDI-I, e bacharelado em Ciência da Computação, em CDI-I e GA;
- no semestre de 2011/01, os alunos do curso de Ciência da Computação também fizeram parte da população de CDI-II e ALI.

No que diz respeito ao número de professores envolvidos no projeto, havia, em média, um grupo formado por oito professores em cada disciplina. Podemos destacar que vários professores atuavam em mais de uma disciplina do projeto.

Apresentamos, na sequência, os dados quantitativos referentes ao aproveitamento em cada disciplina, levando em consideração dois fatores: o total de alunos matriculados nas disciplinas e o total de alunos que efetivamente realizaram todas as avaliações (FIGUEIREDO, *et al.*, 2012). Esses parâmetros foram adotados pelo fato de existirem muitos alunos matriculados que, ao longo do percurso, desistiram da avaliação da disciplina, mas continuaram frequentando as aulas, evitando, assim, a reprovação por frequência.

Na Tabela 2, apresentamos os índices de aprovação das disciplinas envolvidas nesse projeto no referido período.

Tabela 2: Índices de aprovação

Disciplina / Semestre	2º de 2009	1º de 2010	2º de 2010	1º de 2011
GA	48,2%	52,5%	52,3%	43,6%
ALI	35,6%	37,6%	43,7%	45,4%
CDI I	37,5%	40,8%	36,7%	35,5%
CDI II	46,5%	47,0%	61,3%	54,4%

Desde 2010, foi feito um controle dos alunos que não fizeram todas as provas, ou seja, identificamos os alunos que frequentavam as aulas, mas não realizavam as avaliações. Na Tabela 3, apresentamos o índice de aprovação dos alunos que fizeram a última prova da cada disciplina. Observando esses dados, vemos que, nas quatro disciplinas envolvidas, o índice de aprovação entre os alunos que fizeram todas as avaliações torna-se superior a 65%.

Tabela 3: Índice de aprovação dos alunos que efetuaram todas as avaliações

Disciplina / Semestre	1º de 2010	2º de 2010	1º de 2011
GA	79,25%	71,61%	66,81%
ALI	61,86%	71,63%	68,26%
CDI I	70,00%	64,03%	66,54%
CDI II	67,21%	76,79%	73,20%

Com esse dado alarmante, tentamos identificar as possíveis causas para a desistência da disciplina, elaborando um questionário e aplicando aos alunos que não realizaram a última avaliação. Entretanto, obtivemos pouco retorno desses questionários e não temos, *a priori*, como tecer maiores considerações. Entretanto, podemos ressaltar que essa temática tem suscitado interesse em pesquisas de diversos professores que estiveram envolvidos no projeto e novos instrumentos de coletas de dados estão sendo analisados.

Também foi realizada uma avaliação quantitativa das taxas de aprovação da disciplina de CDI-II, com a utilização de métodos estatísticos, que investigou se houve um aumento de aprovações a partir da aplicação de testes para verificação de tendências. Nessa metodologia, foram realizados dois testes – Spearman e Cochran- Armitage – e também as tendências locais foram avaliadas a partir de somas cumulativas (HENNING *et al.*, 2011). Na aplicação desses testes, os dados confirmaram a tendência positiva nos índices de aprovações de CDI- II no decorrer de seis semestres, evidenciando que

[...] existe um índice significativo de aumento de aprovação na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral II, o que sugere um amadurecimento dos alunos e uma boa base vinda das disciplinas de Cálculo I e Geometria Analítica (HENNING *et al.*, 2011).

Também realizamos uma análise descritiva dos dados oriundos dos questionários. Esse questionário constituía-se de um instrumento semestral avaliativo, por parte dos acadêmicos, no que tangia aos quesitos de: quantidade de tempo de estudo extraclasse; didática do professor; material didático e coerência da avaliação. Como já frisamos, com os dados dos questionários, semestralmente, era possível refletir sobre a prática de ensino, replanejar as atividades, de modo que o processo ensino-aprendizagem fosse favorecido. Apresentamos uma amostra

dessa análise, referente ao último semestre de aplicação do projeto 2011/02.

Essa avaliação descritiva foi obtida dos dados oriundos dos questionários respondidos por 150 acadêmicos da disciplina de GA, 177 acadêmicos de ALI, 267 acadêmicos de CDI-I e 155 acadêmicos da disciplina de CDI-II, podendo-se, com base nesses dados, tecer as seguintes considerações: quanto ao material didático, 72%, 58%, 69% e 85% dos acadêmicos de GA, ALI, CDI-I e CDI-II, respectivamente, concordaram que esse era de boa qualidade, sendo apresentado de maneira clara e organizada. No que se refere à didática do professor, 89%, 77%, 91% e 93% dos discentes de GA, ALI, CDI-I e CDI-II, respectivamente, concordaram que a didática dos professores era adequada. No que diz respeito às avaliações, 87% dos alunos de GA e CDI-II, 79% de ALI e 86% de CDI-I, concordaram que essas estavam adequadas e em conformidade com os conteúdos constantes na apostila e ministrados em sala de aula. Na ótica de 88% dos alunos esse projeto refletia o comprometimento do departamento com a qualidade de ensino. Na sequência, ilustramos graficamente os dados quantitativos, por disciplina envolvida.

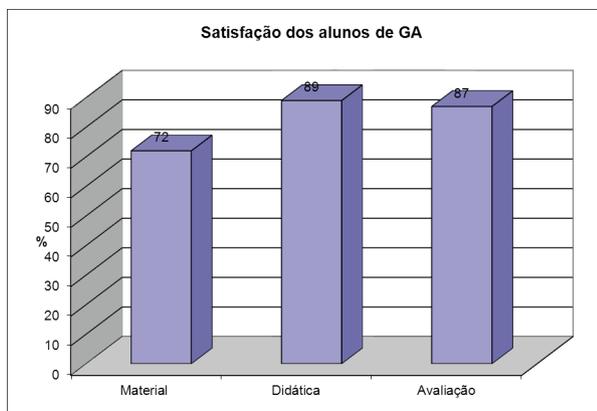


Gráfico 1: satisfação dos alunos de GA.

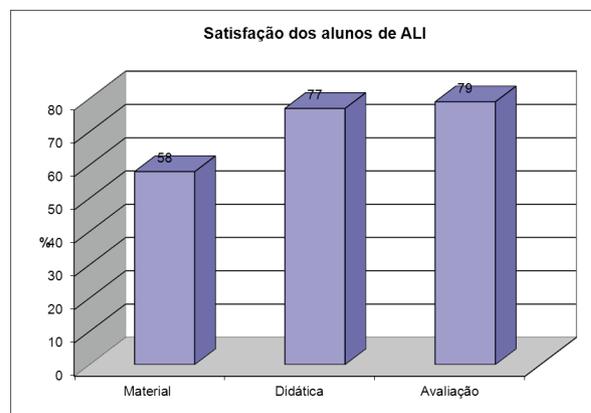


Gráfico 2: satisfação dos alunos de ALI.

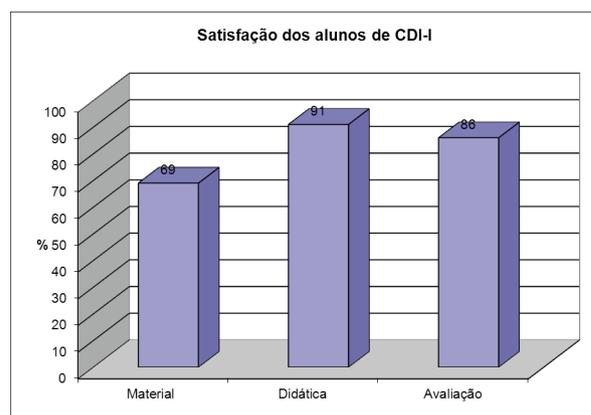


Gráfico 3: satisfação dos alunos de CDI-I.

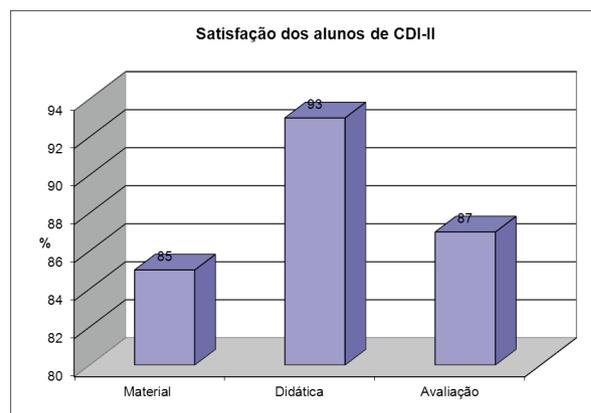


Gráfico 4: satisfação dos alunos de CDI-II

Quanto à procura pelos horários de atendimento do professor, percebemos que mais de 53% de todos os alunos, em todas as referidas disciplinas, não procuraram o atendimento extraclasse do professor, sendo que a procura pelos demais se dava esporadicamente ou em véspera de avaliação. A procura pela monitoria foi maior nas disciplinas da primeira fase,

ou seja, em CDI-I e GA, com um índice de aproximadamente 57% e 42%, respectivamente. No que se refere às horas dedicadas ao estudo extraclasse, podemos observar que aproximadamente 50% dos acadêmicos de todas as disciplinas dedicaram, no mínimo, duas horas semanais de estudo. Entretanto, ainda foi alto o número de alunos que estudam apenas na véspera da avaliação, com destaque para a disciplina de CDI-II que apresentou um índice de aproximadamente 32%.

Esses dados evidenciam apenas um extrato do projeto, contudo, pela experiência de termos acompanhado e vivenciado o desenvolvimento do projeto, podemos apresentar algumas considerações, que foram evidenciadas nos questionários aplicados em todos os semestres, dentre os quais destacamos: um alto índice de satisfação com a didática do professor em todas as disciplinas, bem como um alto grau de satisfação na relação firmada entre professor-aluno; um aumento, mesmo que tímido, na procura pela monitoria e nas horas dedicadas ao estudo extraclasse; uma melhora significativa com relação à satisfatoriedade do material didático utilizado nas disciplinas, ao longo dos semestres.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Entre as ações desenvolvidas no projeto sobressaem-se a formação de grupos de discussão de professores por disciplina; a elaboração de material didático; os critérios e as formas de avaliações unificadas; a utilização de diferentes metodologias de ensino. Ao longo de sua aplicação, o projeto foi avaliado, readaptado, reeditado e aplicado por dez anos aos alunos do Centro de Ciências Tecnológicas que cursavam as disciplinas de Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica e Álgebra Linear. Os dados oriundos desse projeto evidenciaram alguns elementos importantes, tais como satisfação dos alunos, conexão entre as disciplinas, trabalho colaborativo entre os professores, aumento no número de aprovações em determinadas disciplina; ao mesmo tempo, salientaram elementos que ainda carecem de pesquisas, reflexões e muito envolvimento da comunidade acadêmica.

Certas dificuldades foram encontradas ao longo do desenvolvimento do projeto, algumas de ordem mais técnica e outras de ordem pedagógica.

Em relação às dificuldades técnicas, podemos citar a dificuldade de horário comum para as avaliações, visto haver grande quantidade de turmas envolvidas em cada uma das disciplinas; a insatisfação de alguns alunos por fazer a prova fora do horário de aula, especialmente aos sábados. Quanto à ordem pedagógica, podemos observar que um ponto negativo foi o fato de a metodologia adotada não ter obtido sucesso nas estratégias utilizadas para minimizar os elevados índices de evasão das disciplinas. No entanto, mesmo não obtendo uma resposta de sucesso, os índices divulgados internamente na instituição corroboraram para a necessidade de pesquisas investigativas sobre as causas dos altos índices de abandono/evasão dos cursos de ciências exatas do CCT-UDESC. Outra dificuldade inerente ao trabalho em equipe foi a falta de perfil colaborativo por parte de alguns professores envolvidos.

Um dos resultados positivos que destacamos no projeto foi o fato de que os alunos adquiriam uma base comum de conhecimento, independentemente do seu professor, e essa é uma questão difícil de se avaliar em trabalhos individuais. A grande vantagem desse resultado era para as disciplinas das fases seguintes, visto que seus professores, conversando com o grupo anterior, sabiam exatamente o que tinha sido trabalhado com todos os alunos. Além disso, os novos professores eram acolhidos pelo grupo da respectiva disciplina e, assim, eles podiam sanar suas dúvidas, conhecer as diretrizes norteadoras do processo de ensino no departamento, bem como trazer novas contribuições para o grupo; dessa forma, eles não se sentiam tão isolados em sua prática pedagógica. Ressaltamos, também, que em muitas ocasiões esse projeto propiciou momentos de discussão, reflexão e compartilhamento das angústias sobre a arte de ensinar e de aprender.

Outra contribuição do trabalho colaborativo foi a concepção e aplicação de várias atividades mediadas pelo uso da tecnologia. Devemos lembrar que a integração da tecnologia nem sempre é fácil nas práticas pedagógicas, muitas vezes pela limitação de conhecimento técnico por parte de muitos professores. Inseridos nesse projeto, os professores podiam, em suas respectivas disciplinas, contar com o apoio técnico dos professores que dominavam as ferramentas, bem como dos monitores que auxilia-

vam nas aplicações de atividades de laboratório. Os *softwares* utilizados nesse projeto foram o *Winplot* e o *GeoGebra* e os conteúdos mais explorados com o uso dessas ferramentas foram o estudo de funções, derivadas, integrais múltiplas, cônicas e quádricas.

Resta-nos ainda um longo caminho a percorrer e um dos grandes desafios é propiciar um ambiente de trabalho colaborativo entre as disciplinas e os professores envolvidos, sem perder a identidade de cada curso. Esse ambiente de trabalho deve levar o professor a refletir sobre sua prática, sobre a relação do conteúdo ministrado com as demais disciplinas e sua importância na formação do acadêmico.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. M. W.; SOUZA, L. G. S.; FATORI, L. H. Ensino de cálculo: uma abordagem usando Modelagem Matemática. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. X, p. 47-59, 2007.
- ARTIGUE, M. L'enseignement du calcul aujourd'hui: problèmes, défis et perspectives. **Repères-IREM**, n. 54, 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação e Cultura. Diretrizes do curso de Graduação em Engenharia. 2006. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2012.
- CURY, H. N. COBENGE e ensino de disciplinas matemáticas nas engenharias: um retrospecto dos últimos dez anos. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2002, Piracicaba. **Anais...** UNIMEP, 2002. CD-ROM.
- DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar**. Curitiba, n. 31, p. 213-230, 2008. Editora UFPR.
- FIGUEIREDO, E. B.; AZEVEDO, E. B.; MORO, G.; SIPLE, I. Z. Ensino de disciplinas básicas da matemática em nível superior numa perspectiva de trabalho colaborativo. **III Simpósio Nacional de Ciência e Tecnologia**. UTFPR, Ponta Grossa, 2012.
- FIORANI, L. A.; LOPES, M. P. G.; NAKAO, O. S. Evasão na Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP: o que pensam alunos e professores. **Anais: XXXIX COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Blumenau: 2011.
- GOMES, G.H. **A matemática em um curso de engenharia: vivenciando culturas**. Tese de Doutorado (Doutorado em Educação Matemática) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, 2009.
- HENNING, E.; SIPLE, I. Z.; FIGUEIREDO, E. B.; MENESTRINA, T. C.; LINDOSO, R. L. Avaliação do índice de aprovações em um projeto de ensino. **Anais: XXXIX COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Blumenau: 2011.
- HENRIQUES, A.; ATTIE, J. P.; FARIAS, L. M. S. Referências teóricas da didática francesa: análise didática visando o estudo de integrais múltiplas com auxílio do *software* Maple. **Educação Matemática Pesquisa**, v. 9, p. 51-81, 2007.
- MELLO, J. C. C. B. S.; MELLO, M. H. C. S.; FERNANDES, A. J. S. Mudanças no ensino de Cálculo I: histórico e perspectivas. **Anais: XXIX COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Porto Alegre, 2001.
- MENESTRINA, T. C.; GOUDARD, B. Atualização e revisão pedagógica de cálculo e álgebra: Concepções e atitudes inovadoras. **Anais: XXIII COBENGE – Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**. Rio de Janeiro: IME, 2003.
- NIETO, S. S.; LOPES, C. M. C. A importância da disciplina Álgebra Linear nos cursos de engenharia. **World Congress on Computer Science, Engineering and Technology Education**. São Paulo, 2006.
- SILVA, J. I. G.; FERREIRA, D. H. L. O uso de tecnologias na disciplina de Cálculo Diferencial e Integral I. **Anais: XIV Encontro de Iniciação Científica da PUC-Campinas**, 29 e 30 de setembro de 2009. Disponível em: <http://www.puc-campinas.edu.br/pesquisa/ic/pic2009/resumos/2009824_134141_207335402_res08C.pdf> Acesso em: 26 abr. 2012.
- SILVA, J. F.; NETO, H. B. **Questões básicas do Ensino de Cálculo**. Disponível em: <<http://www.multimeios.ufc.br/arquivos/pc/artigos/artigo-questoes-basicas-do-ensino-de-calculo.pdf>> Acesso em: 20 abr. 2012.
- REZENDE, W. M. O ensino de Cálculo: Dificuldades de natureza epistemológica. **Anais: II SIPEM – Seminário Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Santos: 2003.
- VYGOSTKY, L. S. **Vygotsky aujourd'hui**. Paris: Delachaux & Niestlé. 1985.
- ZUCHI, I. **A abordagem do conceito de limite via sequência didática: do ambiente lápis papel ao ambiente computacional**. Tese de Doutorado (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DADOS DAS AUTORAS



Elisandra Bar de Figueiredo – Licenciada em Matemática (2001, UEPG); Mestrado em Matemática (2004, UFSCar); Doutorado em Ciências (2008, UFSCar). Departamento de Matemática, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC-CCT. Atividades e áreas de atuação: ensino – disciplinas da matemática em cursos de licenciatura e engenharia; pesquisas – análise matemática, ensino de cálculo para engenharias e uso de tecnologias no ensino superior.



Ivanete Zuchi Siple – Licenciada em Matemática (1997, UFSC); Mestrado em Engenharia de Produção (2000, UFSC); Doutorado em Engenharia de Produção (2005, UFSC); Pós-Doutorado em Didática da Matemática (INRP-FRANÇA). Departamento de Matemática, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC-CCT. Atividades e áreas de atuação: ensino – disciplinas da matemática em cursos de licenciatura e engenharia; pesquisas – ensino de cálculo e tecnologias da informação e comunicação aplicadas à educação.



Eliane Bihuna de Azevedo – Licenciada em Matemática (2002, UEPG); Mestrado em Matemática Aplicada (2005, UFRGS); Departamento de Matemática, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC-CCT. Atividades e áreas de atuação: ensino – disciplinas da matemática em cursos de licenciatura e engenharia.



Graciela Moro – Licenciada em Matemática (2003, UFSM); Mestrado em Matemática Aplicada (2005, UFRGS). Departamento de Matemática, Centro de Ciências Tecnológicas, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC-CCT. Atividades e áreas de atuação: ensino – disciplinas da matemática em cursos de licenciatura e engenharia; pesquisas – estatística, ensino de cálculo e uso de tecnologias no ensino superior.