



ESTRATÉGIAS PARA RETENÇÃO E RECUPERAÇÃO DE ESTUDANTES COM DEFICIÊNCIA EM FUNDAMENTOS DE MATEMÁTICA

Carlos Marcelo Pedroso – c.pedroso@pucpr.br, pedroso@eletrica.ufpr.br
Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curso de Engenharia de Computação
Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia Elétrica
Rua Imaculada Conceição, 1155
CEP 80215-901 – Curitiba – Paraná

Resumo: *Este artigo analisa estratégias para retenção e recuperação de estudantes com deficiência em fundamentos de matemática básica que ingressam em cursos de Engenharia. Foi realizada uma pesquisa espontânea para verificar quais assuntos são de conhecimento dos estudantes e estabelecido uma abordagem de recuperação que consiste em fazer revisões breves de conteúdos básicos ao longo das disciplinas de Cálculo e de Física, que tiveram sua carga horária ampliada para suportar esta atividade. Os resultados obtidos são avaliados de forma objetiva através da análise das notas obtidas pelos ingressantes, comparando-se o desempenho obtido em 2010 com o obtido em 2009.*

Palavras-chave: *Ensino, fundamentos de matemática, evasão.*

1 INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios para o ensino de Engenharia é encontrar condições de manter a qualidade dos cursos e ao mesmo tempo minimizar os problemas com relação à evasão, principalmente nos primeiros anos do curso.

Em 2008 o tema principal do Cobenge foi “Educação, Mercado e Desenvolvimento: *Mais e Melhores Engenheiros*”, no sentido que é necessário formar um número maior de engenheiros preservando a qualidade de formação ofertada. Este é um grande desafio, uma vez que os cursos de Engenharia tem que enfrentar um problema adicional que é a baixa qualidade de formação dos ingressantes, principalmente na área de fundamentos de matemática - este problema é particularmente importante quando a concorrência no concurso vestibular é baixa, o que ocorre com frequência em universidades particulares. As notas médias observadas nos últimos Exames Nacionais do Ensino Médio (Enade) corroboram esta afirmativa, com consequências sentidas em todas as instituições de ensino superior (IES), principalmente as IES particulares.

As dificuldades em fundamentos de matemática tem produzido efeitos principalmente nos primeiros anos dos cursos, onde é observado um alto nível de evasão. Temos relacionado a evasão com as dificuldades do estudante em acompanhar o ensino de Engenharia a nível superior, principalmente as disciplinas básicas de Cálculo e Física. No Cobenge 2009, em (Pedroso e Krupechacke 2009), apresentamos um estudo sobre a



realização de reforço matemática básica para os alunos ingressantes, avaliando o desempenho de estudantes de 7 cursos de graduação em Engenharia (Civil, Computação, Elétrica, Alimentos, Química, Mecânica e Mecatrônica), analisando duas opções: aulas de reforço: marcadas em horário extra-aula (e dissociadas das aulas da disciplina de Cálculo) e aulas de reforço realizadas ao longo da disciplina de Cálculo (que teve a adição de 2 horas aula semanais). O resultado mostrou que a última alternativa se mostrou mais favorável à melhoria de desempenho dos estudantes.

Com os resultados obtidos em 2009, prosseguimos em 2010 com a realização de atividades de reforço em matemática, mas desta vez a atividade de reforço foi realizada ao longo da disciplina, com a adição de duas horas aula semanais. O reforço de conceitos básicos foi ampliado, de forma que esta abordagem foi realizada nas disciplinas de Cálculo e de Física. A ampliação da carga horária das disciplinas não implica em ampliação de assuntos tratados: o maior tempo de aulas é utilizado para realizar uma revisão dos conceitos básicos necessários para compreensão dos assuntos sendo tratados. Além destas ações, foram implementadas uma série de medidas pedagógicas buscando obter maior qualidade para os cursos de graduação em Engenharia. Neste trabalho serão apresentados os resultados obtidos com estas ações.

Este artigo está organizado da seguinte maneira. A seção 2 mostra a estratégia utilizada para recuperação de fundamentos de matemática básica. A seção 3 apresenta um conjunto de medidas pedagógicas tomadas para normatizar procedimentos mínimos de avaliação entre as diversas disciplinas. Os resultados obtidos são apresentados e analisados na seção 4 e as conclusões são apresentadas na seção 5.

2 RECUPERAÇÃO DE BASE MATEMÁTICA PARA O ENSINO DE CÁLCULO E FÍSICA PARA CURSOS DE ENGENHARIA

Para orientar esta atividade, foi realizada uma pesquisa com os egressos a respeito das formação anterior em fundamentos matemáticos, particularmente em áreas consideradas importantes para o curso de Engenharia de Computação. A pesquisa questionou os estudantes ingressantes a respeito de suas habilidades nas diversas áreas listadas na Tabela 1. Nesta tabela, também são mostrados os resultados da pesquisa. É possível observar que uma pequena fração dos ingressantes declararam não ter conhecimento nas diversas áreas de formação básica, com a exceção da área de “Noções de Lógica e Algoritmos”, que normalmente não faz parte dos conteúdos abordados no ensino médio – e que pode ser usado como um validador da pesquisa, uma vez que a grande maioria dos estudantes declarou que não conhece ou conhece parcialmente esta área do conhecimento. Também é possível perceber na Tabela 1 que uma grande parcela dos estudantes declarou ter conhecimento parcial dos assuntos. Na descrição da pergunta realizada, o conhecimento parcial foi descrito como “um assunto que foi estudado, mas que atualmente não é lembrado”. Desta forma, observou-se que a maior parte dos conteúdos considerados chave para o início dos estudos de Física e Cálculo não eram dominados por cerca de 46% dos estudantes – esta situação gera um grande potencial de evasão não aproveitamento completo das disciplinas, uma vez que muitos estudantes



terão dificuldades em compreender os conteúdos sendo tratados em virtude de lacunas de conceitos.

Desta forma, a necessidade de recuperação de conceitos básicos foi estabelecida. No entanto, não é possível realizar uma revisão completa de conceitos que deveriam ter sido tratados anteriormente – não é este o objetivo do ensino superior e não há previsão de carga horária para tal atividade. Em 2009, foi oferta aos estudantes uma disciplina extracurricular (gratuitamente e em horários não coincidentes, com 3 alternativas de horário) de Fundamentos Matemáticos para Engenharia. Esta abordagem não deu bons resultados e a experiência foi descrita em (Pedroso e Krupechacke 2009).

A solução encontrada foi abordar os conteúdos básicos de forma rápida, adicionando carga horária às disciplinas de Cálculo e Física, permitindo que o estudante tenha contato com o fundamento matemático necessário, que é revisado brevemente pelo professor antes de abordar o conteúdo propriamente dito, e orientando o estudo que deve ser realizado de forma extra-classe para os estudantes que possuem maiores lacunas de formação. Também foram preparadas listas de exercícios e apontadas as referências bibliográficas, bem como disponibilizados monitores para auxiliar o estudo.

Tabela 1 – Pesquisa

Área do Conhecimento	Grau de conhecimento declarado		
	Sem conhecimento	Conhecimento parcial	Domínio do conteúdo
Trigonometria	11%	31%	58%
Números Complexos	19%	54%	25%
Equações e inequações do primeiro grau	3%	22%	75%
Equações do segundo grau	2%	13%	86%
Operações com números fracionários	2%	29%	70%
Matrizes	6%	24%	70%
Logaritmos	11%	62%	27%
Relações e funções	11%	38%	51%
Análise combinatória e probabilidade	11%	48%	41%
Séries (progressão aritmética e geométrica)	3%	41%	56%
Sistemas de equações	10%	22%	68%
Noções de lógica e/ou algoritmos	56%	21%	24%
Geometria plana e espacial	17%	35%	48%
<i>Total</i>	<i>12,4%</i>	<i>33,8%</i>	<i>53,8%</i>

Foram adicionadas duas horas aula semanais para as disciplinas de Cálculo I e Física I do curso de Engenharia de Computação da PUCPR. Ambas as disciplinas são semestrais e as ementas são apresentadas a seguir:



- Cálculo I: Números reais. Funções reais de uma variável real. Limite e continuidade. Derivadas e aplicações. Integrais indefinidas imediatas. Integral definida e aplicações ao cálculo de áreas de regiões planas e volumes.
- Física I: Medidas em física. Movimento retilíneo. Movimento em duas e três dimensões. Leis de Newton. Energia mecânica e trabalho. Conservação da Energia Mecânica. Momento Linear. Sistemas de Partículas. Colisões.

Ambas as disciplinas necessitam de conceitos anteriores, em matemática e física básica, no nível de ensino médio e fundamental. Além disso, a disciplina de Cálculo trata de temas que são imediatamente aplicadas em temas tratados pela disciplina de Física. Em cada tópico de ensino, foram revisados os conceitos de matemática básica e física básica, sempre antes de abordar os conteúdos específicos de formação a nível de graduação.

3 MEDIDAS PEDAGÓGICAS

Foram estabelecidas diversas medidas pedagógicas com o objetivo de garantir a qualidade do curso. Particularmente, serão descritas neste artigo as medidas adotadas no curso de Engenharia de Computação da PUCPR.

O Curso de Engenharia de Computação da PUCPR está estruturado em 10 períodos, com duração total de 5 anos. A estrutura curricular do curso em estudo proporciona um perfil abrangente e flexível, baseado no entendimento das diversas tecnologias utilizadas em sistemas computacionais, bem como na integração dessas tecnologias. A organização do currículo privilegia sólida formação básica para possibilitar a participação dos alunos de graduação nas atividades de pesquisa, já prevendo o processo de formação continuada dos mesmos ao longo de sua vida profissional. Procurou-se adotar técnicas de ensino que privilegiem a participação do aluno, não deixando o conteúdo como propriedade do professor e o aluno como observador. O aluno deve desenvolver aptidões necessárias ao bom exercício da profissão, a partir dos temas tratados em sala de aula. Foi considerada a aprendizagem por etapas, construindo e articulando o conhecimento – quando uma etapa é finalizada, é realizada a realimentação da etapa precedente, antes de passar para a próxima fase, deixando claro para o aluno quais os pontos importantes, e aspectos a serem fortalecidos para o progresso dentro do programa. São oferecidas atividades complementares, como uma alternativa metodológica para diminuir a heterogeneidade do grupo. No primeiro ano, é oferecida (gratuitamente) a atividade extracurricular de desenvolvimento de jogos digitais, como alternativa lúdica para o desenvolvimento de habilidades na área de programação de computadores – os resultados obtidos em 3 anos desta atividade são relatados por (Vidal e Binder 2010). Também existem outros esforços, principalmente a realização de projetos integrados como fator de integração ao longo das disciplinas de um mesmo ano, com resultados muito bons – os resultados obtidos com estas atividades serão apresentados em um trabalho futuro.



No entanto, percebemos a necessidade de elaborar um conjunto de medidas para orientar o planejamento de atividades de cada disciplina. Desta forma, foram estabelecidas em colegiado as seguintes medidas para orientar a elaboração do planejamento de aulas para 2010:

- i. Não serão permitidas provas em grupo.
- ii. As provas devem ser presenciais.
- iii. No mínimo 75% da nota semestral obtida em uma disciplina deve ser obtida a partir de avaliação individual.
- iv. Não serão permitidas aplicações de curva de ajuste de notas.

Comentário: Desta forma, quando o peso do trabalho em grupo exceder 25% da nota total, a nota atribuída nesta atividade deve ser individualizada. Os métodos de avaliação individual são: provas, defesa de trabalho oral, defesa de trabalho por escrito.

- v. As provas devem procurar contextualizar as questões, de modo a valorizar a interpretação de situações onde o estudante deve aplicar as competências adquiridas. Desta forma, são recomendadas provas mistas com questões discursivas e objetivas.

Comentário: Recomenda-se, na medida do possível, que sejam realizadas provas dissertativas e com maior tempo de duração, a fim de estimular a reflexão do aluno.

- vi. Cada disciplina deve propor ao estudante uma lista de atividades, a cada semestre, de modo a incentivar o estudo individual ou em grupo, bem como a buscar referências bibliográficas, de modo a desenvolver as habilidades e competências programadas para a disciplina.

Comentário: As listas de atividades devem englobar de modo significativo o conjunto de competências a serem adquiridas. Recomenda-se: listas de exercícios, projetos extra-sala, material para leitura.

No início das atividades de cada disciplina, um *compromisso pedagógico* deve ser entregue aos estudantes - em papel e/ou disponibilizado eletronicamente. No compromisso pedagógico devem estar definidos os temas de estudo, competências a serem adquiridas, metodologias de avaliação e bibliografia utilizada. Com as medidas listadas, espera-se obter resultados em termos de equalização dos processos de ensino e avaliação entre os diversos professores que atuam no curso – em 2010, em torno de 50 professores atuam no curso, que é ofertado nos períodos matutino e noturno.



4 PRINCIPAIS RESULTADOS OBTIDOS

Para avaliar a eficácia das medidas de qualidade tomadas foram analisadas as notas obtidas na primeira prova de Cálculo I e Física I em 2010 e estas notas foram comparadas com as notas obtidas em 2009, na mesma época, com o mesmo professor.

A Figura 1 mostra a distribuição de probabilidade acumulada das notas obtidas, na escala de 0 a 10, para as disciplinas em estudo. Os pontos indicam a distribuição empírica (dados observados) e a linha contínua, colocada como referência, segue a distribuição exponencial. Observa-se uma boa aderência das notas à distribuição exponencial, o que é um indicativo de um problema – que estimamos estar relacionado com a formação anterior em fundamentos matemáticos. Em situações ideais, seria esperada a adesão a uma distribuição gaussiana (ou normal).

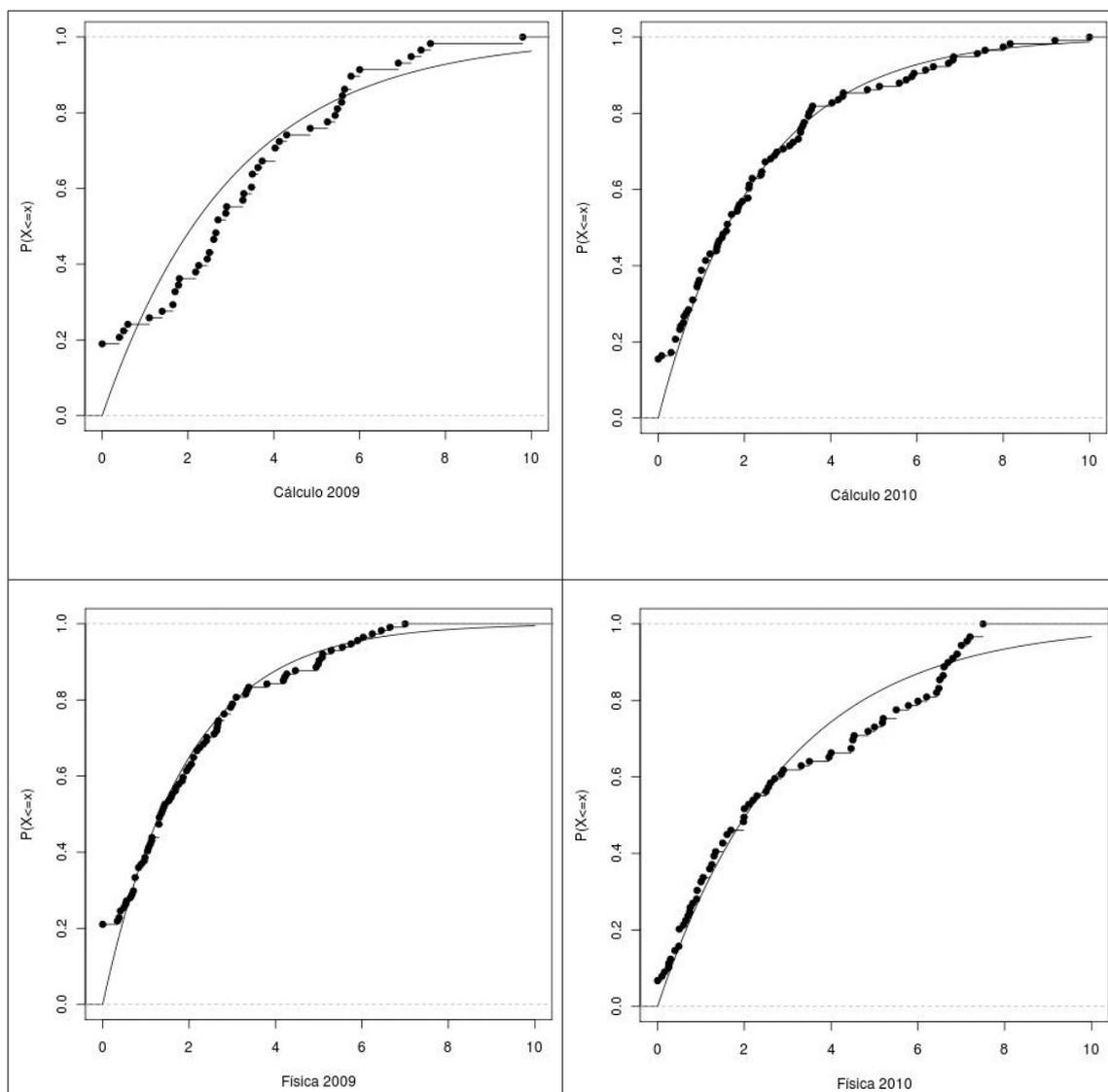




Figura 1 – Distribuição de probabilidade das notas obtidas em 2009 e 2010

Para análise dos resultados, foi utilizado o gráfico Quantile-Quantile (QQPlot), descrito em (CHAMBERS, et al. 1983). O QQPlot é uma ferramenta gráfica utilizada para comparar características de duas populações. Nesta técnica, o conjunto de dados é ordenado em ordem de grandeza, sendo os valores que dividem o conjunto em quatro partes iguais chamados quartis, em dez partes os decis, e em N partes, que podem corresponder ao número de dados do conjunto, são denominados de quantis. Neste gráfico, os pontos representam os quantis de cada uma das amostras, colocados nos eixos x e y. Se as duas amostras vêm da mesma população, os pontos devem estar em torno da linha diagonal em 45° sobre a origem. Comparando-se os pontos traçados no gráfico com esta linha diagonal, caso os pontos estejam em uma linha paralela à diagonal, as duas distribuições possuem distribuição semelhante e um processo está localizado em um nível mais alto em relação ao outro. Neste trabalho foi empregado o software estatístico R (R_DEVELOPMENT, 2005) para construção dos gráficos.

A Figura 2 mostra o QQPlot comparando as notas obtidas nas disciplinas de Cálculo I e Física I nos anos de 2009 e 2010. Observa-se que na disciplina de Física I ocorreu uma melhora significativa das notas, principalmente nas notas entre 2,0 e 6,0. Para a disciplina de Cálculo, observou-se que as notas não refletiram uma melhora – ao contrário, mostram que os estudantes em 2010 obtiveram notas menores mais frequentemente em comparação às notas de 2010.

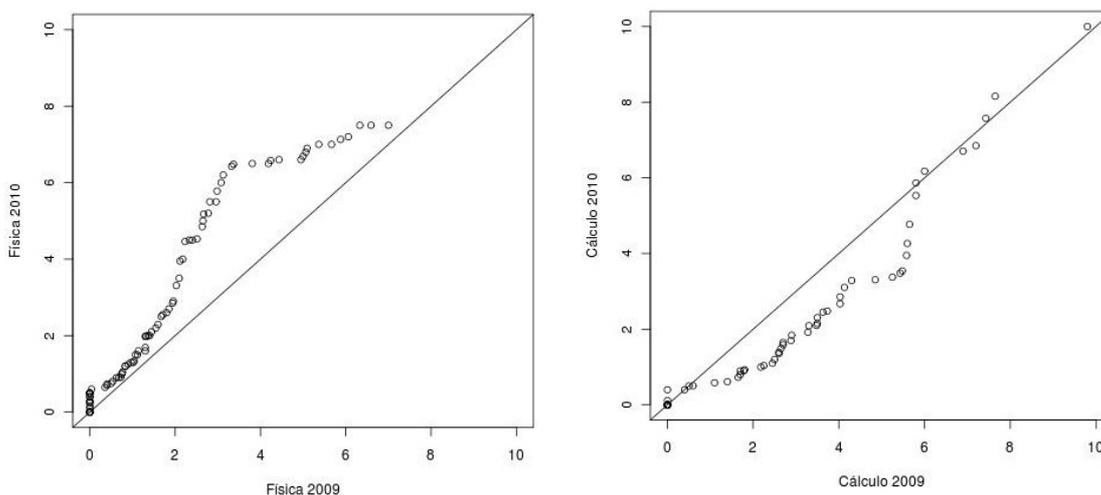


Figura 2 - QQPlot comparando as notas obtidas em 2009 e 2010 para as disciplinas de Cálculo I e Física I

A Figura 3 mostra o resultado global, considerando-se as notas das turmas do primeiro ano tomadas em conjunto, comparando-se o desempenho de 2009 e 2010. Observa-se que o desempenho global dos estudantes melhorou, principalmente na faixa de notas



médias, de 3 a 7. Este resultado mostra que uma parcela dos estudantes beneficiou-se da atividade de revisão e melhorou de fato seu desempenho. Para os estudantes com médias muito baixas (menores que 3), não houve melhoria nas notas – o que pode indicar que existe uma parcela de estudantes que possui lacunas de difícil recuperação em sua formação básica. Estes estudantes terão grande chance de evadir do curso, em geral, transferindo-se para outras áreas. Desta forma, os resultados indicam que a estratégia adotada foi eficaz parcialmente, persistindo o problema dos estudantes com as médias mais baixas (de 0 a 3), que não foram atingidos pelas medidas adotadas. Os resultados mostram que ainda são necessárias medidas adicionais para atingir este grupo de estudantes; uma das alternativas seria estabelecer uma disciplina obrigatória de fundamentos de matemática, a ser ministrada antes de iniciar o estudo de Cálculo e Física – o que possivelmente implicaria a ampliação da duração do curso em 6 meses ou 1 ano e também na ampliação da carga horária.

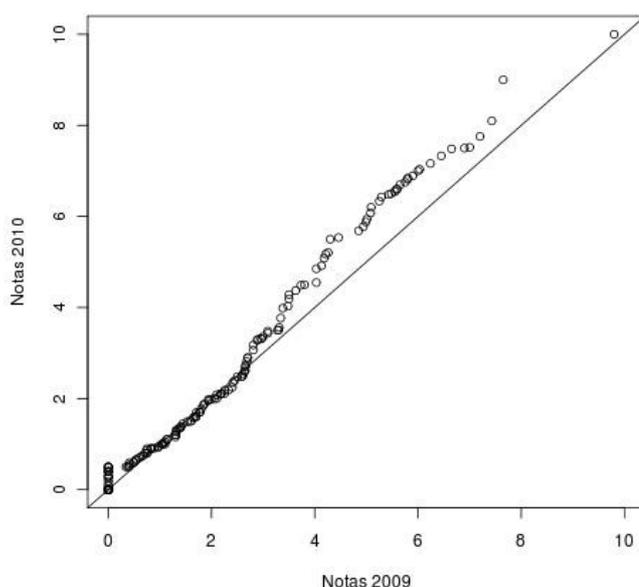


Figura 3 - QQPlot comparando as notas obtidas em 2009 e 2010 para todas as disciplinas

Outro resultado importante a ser comunicado foi a redução na evasão. Em comparação com o primeiro semestre de 2009, número de desistências foi reduzido em torno de 50% no primeiro semestre de 2010. Este resultado mostra que a estratégia utilizada teve consequências positivas na redução da evasão, ofertando melhores condições para amparar os estudantes que possuem deficiência em formação de matemática básica e vontade para dedicar-se aos estudos.



5 CONCLUSÕES

Com o crescimento econômico observado nos últimos anos, tornou-se notória a necessidade de formar melhores e mais Engenheiros no Brasil. No entanto, observamos que existe um grave problema de evasão nos cursos de Engenharia, principalmente em universidades particulares onde os níveis de concorrência no concurso vestibular tende a ser menor. Este artigo abordou este tema de grande importância para a sociedade brasileira: como recuperar os fundamentos de matemática, que deveriam ter sido absorvidos no ensino fundamental, de forma a melhorar a qualidade e reduzir a evasão de cursos de Engenharia? A resposta à esta pergunta não é simples, mas está claro que a solução definitiva é melhorar a qualidade do ensino médio e fundamental, principalmente das escolas públicas. Enquanto isto não ocorre, o problema deve ser tratado pelas instituições de nível superior.

Neste artigo foram apresentadas ações com o objetivo de melhorar a retenção e ao mesmo tempo manter a qualidade de ensino ofertada aos estudantes, descrevendo ações adotadas no curso de Engenharia de Computação da PUCPR e analisando os resultados obtidos através da análise das notas obtidas pelos estudantes, comparando-se o desempenho obtido em 2009 com o desempenho obtido em 2010. Além disso, foi observada uma significativa redução na evasão, em torno de 50% de redução em comparação com o mesmo período do ano anterior. Também foram tomadas medidas para garantir a equidade de procedimentos de ensino e avaliação entre as diversas disciplinas.

Os resultados mostraram que houve uma melhora de desempenho – a notas médias aumentaram (principalmente no intervalo entre 3 e 7). Estes resultados mostram também que ações adicionais podem ser planejadas, principalmente para a parcela dos estudantes com maiores dificuldades.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CNI e CONFEA. **Mercado de Trabalho para o Engenheiro e Tecnólogo no Brasil.** Conselho Nacional da Indústria e Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia. Disponível em <http://www.cni.org.br>. 2008.

EBERSPACHER, H.; VERMELHO, J. **De disciplinas para programas de aprendizagem: um repensar do ato pedagógico no curso de Engenharia de Computação.** XXIX Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia (Cobenge), 2001, Anais. Porto Alegre, 2001.

HAMBERS, JOHN; WILLIAM CLEVELAND, BEAT KLEINER, AND PAUL TUKEY. *Graphical Methods for Data Analysis.* Wadsworth, 1983



KOZAK, DALTON e EBERSPACHER, HENRI F.. **A Non-traditional Approach to Algorithms and Computer Programming Courses in Engineering Education.** ICECE'2000 – *The International Conference on Engineering and Computer Education*, Anais, São Paulo, 2000.

INEP. **Exame Nacional do Ensino Médio.** Ministério da Educação, Brasil, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - INEP. Disponível em <<http://enade.inep.gov.br>>. Acesso em junho de 2009.

MARTINS, VIDAL e BINDER, FABIO V. **Uma abordagem lúdica para abordagem de programação de computadores.** Workshop de Educação em Informática 2010, Simpósio Brasileiro de Computação 2010.

PEDROSO, CARLOS M. e KRUPCHACK J.ELOIR. **Análise de alternativas para recuperação de fundamentos de matemática no ensino de cálculo em cursos de engenharia.** XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (Cobenge), Recife-PE, 2009.

R Development Core Team, **R: A Language and Environment for Statistical Computing**, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2005, ISBN 3-900051-07-0. [Online]. Disponível em : <http://www.R-project.org>

RITLA. **Rede de Informação Tecnológica Latino-Americana (RITLA).** Disponível em <<http://www.ritla.net>>. Acesso em junho de 2009.

RETENTION AND RECOVERY STRATEGIES FOR ENGINEERING STUDENTS IN MATHEMATICS FUNDAMENTALS

Abstract: *This article examines strategies for retention and recovery on fundamentals of basic math enrolled in Engineering courses. Research was carried out spontaneously to see which issues are knowledge of students and established a recovery approach which consists of brief reviews of basic contents throughout the disciplines of physics and calculus, which had their class hours extended to support this activity. The results are analyzed objectively by examining the marks obtained by the students, comparing the performance achieved in 2010 with that obtained in 2009.*

Key-words: Teaching, fundamentals of mathematics, evasion.



COBENGE2010

XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia

12 A 15 SET • FORTALEZA • CE

Hotel Gran Marquise

