



Resultados de um programa de reforço nas habilidades de Núcleo Básico no desempenho em Cálculo, Física e Geometria Analítica de estudantes de primeiro período das Engenharias

Elisangela Ferretti Manffra – elisangela.manffra@pucpr.br

Lilia Maria Marques Siqueira – lilia.siqueira@pucpr.br

Eduardo Quadros da Silva – eduardo.quadros@pucpr.br

Vidal Martins – vidal.martins@pucpr.br

Pontifícia Universidade Católica do Paraná – PUCPR
R. Imaculada Conceição, 1155 Prado Velho
80215-901 – Curitiba – PR

***Resumo:** A PUCPR implantou, em 2011, o programa Habilidades do Núcleo Básico (HNB) que consiste em uma oficina de reforço sobre conteúdos de Matemática e Física em que os estudantes cumprem programa de estudos individualizado, elaborado a partir de um diagnóstico de sua situação inicial. Uma característica marcante do programa é estabelecer claramente a responsabilidade do estudante pelo seu estudo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a efetividade desse programa sobre o desempenho dos estudantes de primeiro período das Engenharias nas disciplinas de Cálculo, Física e Geometria Analítica. Para tanto, foram comparados dois grupos, GH ($n=35$) e GC ($n=37$), compostos, respectivamente, por estudantes que concluíram o programa e estudantes dos mesmos cursos, com notas similares no vestibular, selecionados aleatoriamente, que dele não participaram. O percentual de aprovação do grupo GH foi maior que o do GC nas três disciplinas, sendo de 80% contra 52%, em Cálculo, 78% contra 44% em Física e 83% contra 49% em Geometria Analítica. Esses resultados indicaram que o programa foi eficaz e motivaram a sua ampliação para atingir maior número de estudantes das Engenharias da PUCPR.*

***Palavras-chave:** Matemática, Física, Reforço, Engenharias*

1. INTRODUÇÃO

O ensino das engenharias está alicerçado em uma base de conceitos fundamentais de matemática e física. É por meio da modelagem de problemas usando ferramentas e codificações matemáticas que os estudantes representam os fenômenos físicos e os relacionam com as situações reais. Devido à complexidade destes fenômenos e do correspondente tratamento matemático, um bom desempenho nas engenharias depende de uma sólida base em matemática e física, que deve ser incentivada pelos professores, na medida em que a universidade é responsável pela formação das competências deste futuro profissional. Para melhor compreender os fenômenos complexos, uma pequena parte do conhecimento é trabalhada com os estudantes em sala, de forma simplificada e fragmentada. Num segundo momento, o professor intenciona reunir estes fragmentos e consolidar a aprendizagem, ou seja, retomar o problema real, juntamente com as considerações decorrentes dos cálculos realizados a partir das teorias que o sustentam.



Contudo, como grande parte dos estudantes não detém base de conhecimento suficiente para acompanhar esta aprendizagem, muitas vezes o professor destina boa parte de suas aulas revendo conceitos e conteúdos essenciais para sua disciplina, restando pouco tempo ao final do semestre para o fechamento dos conceitos. A ação do professor será decidir quais conteúdos básicos serão estudados, reorganizando suas aulas para incluir estas atividades de reforço e/ou revisão junto aos estudantes, para não comprometer a compreensão da disciplina.

O aprendizado de conceitos e habilidades básicos, nas áreas de matemática e física constituem um grande desafio para os estudantes dos primeiros anos das Engenharias, no Brasil, tendo em vista que os percentuais de reprovação nas disciplinas de Cálculo e Física registrado por diferentes autores são iguais ou superiores a 50% (LEHMANN, 2007; PASSOS, 2007).

Por outro lado, os cursos de engenharia sofreram significativas reduções de carga horária, para atender às portarias do MEC. Então, o desafio para o engenheiro-professor passa a ser como melhor ensinar nas condições atuais, acrescida a dificuldade adicional do tempo reduzido em relação aos currículos precedentes. O documento de Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de engenharia (MEC, 2002, p.1) define que: "A formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional de conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes competências e habilidades gerais: I - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à Engenharia". De acordo com o exposto, fica evidenciada a necessidade de aperfeiçoar as estratégias de ensino-aprendizagem destes conteúdos básicos, em especial a Matemática e a Física, durante os primeiros anos dos Cursos de Engenharia.

Na PUCPR esta preocupação não é recente, como comprovam os trabalhos desenvolvidos por professores da PUCPR que atuam na Escola politécnica, (MACIEL, 1999); (ALCANTARA, 2004); (VALASKI, 2003); (DOMENICO, 2006); e cujos resultados apontaram a necessidade de continuamente serem aplicadas medidas para a qualidade na aprendizagem da Matemática e Física, propondo diversas estratégias metodológicas. Mais especificamente, na linha de pesquisa de Educação Matemática do PPGE- Programa de pós Graduação em Educação, Barbosa (2004) levantou dados qualitativos junto aos estudantes de Ciência de Computação, Engenharia Química, Engenharia Mecatrônica e Engenharia de Computação. Este estudo apontou as diferenças entre hábitos de estudo, tempo destinado a resolver exercícios, forma de consulta, e estilos de aprendizagem do grupo de respondentes.

Em 2011, como resposta à necessidade de prover suporte e reforço para os estudantes das Engenharias nas áreas de matemática e física, um dos autores deste artigo elaborou o Programa Habilidades do Núcleo Básico (HNB). O programa foi implantando no mesmo ano e continua sendo aplicado, com estudantes das Engenharias da PUCPR. Os instrutores e coordenador do programa HNB têm relatado melhora no desempenho e na confiança dos estudantes que frequentaram o programa. Porém, estas impressões, apesar de importantes, careciam de evidência científica por serem observações subjetivas, relativas a poucos indivíduos e sem a comparação com outro grupo de estudantes que não participou do programa. Assim, o objetivo desse trabalho foi realizar uma análise quantitativa sobre a efetividade do programa HNB.



2. O PROGRAMA HNB

O programa foi elaborado em julho de 2011, por um dos autores deste artigo (Eduardo Quadros da Silva), professor do curso de Licenciatura em Matemática da PUCPR para ser aplicado no então CCET (Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia), hoje, Escola Politécnica. Sua proposta é de incentivar desde o início do curso a autonomia do estudante. Assim, o estudante é estimulado a formar grupos de estudos e a fazer a gestão de sua vida acadêmica. Pretende-se que o estudante, após participar do HNB, continue a formar grupos de estudo, preparar os conteúdos que serão expostos pelo professor e aproveitar ao máximo as aulas que tem no curso onde está matriculado.

2.1 Princípios Norteadores

Um dos conceitos básicos que sustentam o HNB é a autorregulação (FREIRE, 2009) e o programa tem os seguintes princípios norteadores:

- a) O estudante deve assumir responsabilidades, submeter-se a horários, prazos e regras desde o princípio da graduação a fim de integrar-se mais facilmente na vida acadêmica e profissional;
- b) o Instrutor¹ deve ser um pesquisador de sua prática no sentido de fazer diagnósticos com frequência e tomar decisões que possam solucionar os problemas;
- c) o estudante deve ser incentivado gradativamente a buscar informações e fazer a gestão de sua vida acadêmica nos períodos seguintes, buscando situações de aprendizagem colaborativa entre grupos e resolvendo possíveis conflitos que possam surgir no curso.

2.2 Dinâmica do Programa

Os estudantes admitidos no programa são submetidos a um diagnóstico personalizado a fim de identificar habilidades e competências que necessitam ser desenvolvidas. Após o diagnóstico, os professores elaboram um plano de trabalho para cada estudante. Os professores são preparados para identificar sinais que possam indicar a presença de distúrbios psicológicos capazes de interferir no aprendizado. Nestes casos, os estudantes permanecem no programa, mas são também encaminhados ao serviço de apoio psicológico (SEAP) da Universidade onde serão examinados e atendidos por profissionais especializados. O plano de trabalho é, então, cumprido com a orientação do professor em sessões semanais com, no máximo, três estudantes simultaneamente.

As atividades do programa HNB são descritas com mais detalhes a seguir:

Atividade Inaugural: É feito um diagnóstico do estudante ou grupo de estudantes. A partir daí o Instrutor elabora questões diagnóstico (QDI), um plano de estudo direcionado para o estudante executar em casa (PED) e faz um registro no controle individual do estudante (CIA).

¹ Instrutor é um professor com formação em licenciatura na área e com experiência em Educação Básica. O instrutor geralmente não pertence ao quadro de docentes da PUCPR. Entretanto, alguns professores fazem um trabalho de acompanhamento. Serão chamados aqui de “professores-instrutores”.



Estudo Direcionado: O estudante executa o plano de estudo, resolve questões de tarefas do seu curso e também responde às questões diagnósticos para apresentar no próximo encontro presencial. Nesta fase o estudante pode interagir com os outros colegas do grupo e verificar as atividades que são postadas no ambiente virtual de aprendizagem da PUCPR, o Eureka. O Eureka é utilizado também para que o estudante possa postar as dúvidas para o próximo encontro presencial.

Etapa Presencial: Nesse encontro, que ocorre uma vez por semana, sempre no mesmo dia e horário, o Instrutor desenvolve atividades que têm por objetivo dar suporte ao estudo. Em um primeiro momento o Instrutor faz um comentários sobre as questões diagnóstico. Depois o Instrutor faz uma análise das dúvidas da semana. Também é aplicada a técnica do Exercício com Auxílio Gradativo (EAG). Nesse exercício o Instrutor vai fornecendo algumas informações e o estudante vai resolvendo. Quando o estudante apresenta dificuldades são fornecidas mais informações até que o estudante chegue ao resultado por si próprio. O estudante também é convidado a explicar ao grupo como fez o exercício (EEA). Essa atividade tem como objetivo o exercício da capacidade de repassar informações que será utilizada no restante do curso em grupos de estudo. No final o Instrutor faz o registro no Controle Individual do Aluno (CIA) e depois propõe o Estudo Direcionado (ED) para a próxima semana.

2.3 Algumas regras

O estudante deve ser do primeiro ou do segundo período. O programa exige que ele compareça a todos os encontros. Todas as faltas devem ser justificadas. Se o estudante tiver mais de duas faltas no semestre ele é desligado do programa e cede lugar para outro estudante. A permanência no programa é somente enquanto a média estiver abaixo de 7,0. Se o estudante atinge média 7,0 ele dá lugar para outro estudante mais necessitado. O estudante deve dispor de pelo menos 4 horas de estudo para realizar as atividades em casa (estudo direcionado).

Para usufruir do programa completo, os estudantes precisam cumprir os requisitos de que consistem em: não faltar mais de três sessões sem justificativa; realizar as atividades planejadas para o trabalho individual em casa.

3. MÉTODO DE ANÁLISE DA EFETIVIDADE DO PROGRAMA HNB

Esta pesquisa foi aprovada pelo CEP da PUCPR (parecer no. 71692/2012) e desenvolvida na Escola Politécnica da PUCPR por meio da análise das notas de dois grupos de estudantes, sendo GH o grupo de estudantes que concluiu do programa HNB no primeiro semestre de 2012 e GC o grupo controle, constituído por estudantes dos mesmos cursos, aleatoriamente selecionados entre os que não participaram do programa.

3.1 Composição da amostra

Consistiram em critérios de inclusão para os dois grupos: ser estudante dos cursos da Escola Politécnica da PUCPR ingressante no primeiro semestre de 2012; estar regularmente matriculado em pelo menos duas das três disciplinas a seguir: Cálculo I, Física I e Geometria Analítica, no primeiro semestre de 2012.



Para o grupo GH acrescentou-se o critério de ter participado e concluído o programa HNB no primeiro semestre de 2012, cumprindo, portanto, todos os critérios de permanência.

Foram eliminados dos dois grupos, estudantes que tenham sido encaminhados ao SEAP e diagnosticados com acometimentos neurológicos, psicológicos ou emocionais que pudessem interferir na aprendizagem.

A partir de uma lista fornecida pelo coordenador do HNB e dos critérios acima descritos foram selecionados os estudantes que compuseram o grupo GH. Com auxílio da Pró-Reitoria Acadêmica da PUCPR foram obtidas as listas de todos os estudantes que prestaram vestibular no primeiro semestre de 2012 e dos matriculados nas disciplinas analisadas. Para composição do grupo GC foram selecionados aleatoriamente estudantes da lista de ingressantes nos mesmos cursos e com notas de Física e Matemática do vestibular semelhantes as do GH de forma que os grupos fossem, tanto quanto possível, homogêneos em relação a estes dois parâmetros.

3.2 Análise Estatística

Foram analisadas as notas de Matemática e Física no vestibular e as médias finais (após exame) dos estudantes nas disciplinas de Cálculo I, Física I e Geometria Analítica. A normalidade dos dados foi analisada com auxílio do teste de Shapiro Wilk. As médias das notas dos dois grupos foram comparadas por meio do teste t de Student para amostras não pareadas ou teste de Mann-Whitney dependendo da normalidade dos dados. O nível de significância adotado foi de 0,05.

Além das medianas, percentis, mínimos e máximos, calculou-se o percentual de aprovação nos grupos considerando-se o número de estudantes com média final igual ou superior a 5,0 em cada grupo.

4. RESULTADOS

A partir da lista de 146 estudantes inicialmente inscritos no programa HNB, 76 foram eliminados do programa por diversos motivos, como mostrado na Tabela 1. Dos 70 concluintes do HNB, 11 não eram estudantes do primeiro período; 22 não estavam entre os vestibulandos do primeiro semestre de 2012 e dois não estavam entre os matriculados nos cursos da Escola Politécnica. Restaram, então, 35 estudantes no grupo GH.

Tabela 1 – Número de estudantes que não concluíram o HNB e os respectivos motivos.

| | | |
|-----------------------------------|------------|-------------|
| Total de inscritos no HNB | 146 | 100% |
| Estudantes que não concluíram HNB | 76 | 51,7% |
| Desistiram | 6 | 4,1% |
| Nunca compareceram | 6 | 4,1% |
| Eliminados devido a faltas | 38 | 26,2% |
| Eliminados devido a tarefas | 25 | 17,2% |



A Tabela 2 mostra a distribuição dos estudantes de GC e GH nos cursos de Engenharia da Escola Politécnica revelando que a homogeneidade dos grupos em relação a este critério foi conseguida, na maioria dos cursos. Quanto ao turno, 48,6% do GH e 35,1% do GC cursavam à noite e o restante dos dois grupos, pela manhã.

Tabela 2 – Distribuição dos estudantes dos grupos GC e GH nos cursos de Engenharia.

| Curso | Estudantes de GH | Estudantes de GC |
|--------------------------------------|------------------|------------------|
| Engenharia de Alimentos | 3 | 3 |
| Engenharia Ambiental | 5 | 8 |
| Engenharia Civil | 17 | 16 |
| Engenharia de Produção | 3 | 3 |
| Engenharia Elétrica-Telecomunicações | 1 | 1 |
| Engenharia Mecânica | 6 | 6 |
| Total | 35 | 37 |

A tabela 3 mostra a homogeneidade dos grupos com relação às notas do vestibular, nas disciplinas de Matemática e Física.

Tabela 3 – Desempenho de cada grupo no vestibular, nas disciplinas de interesse.

| | Grupo GH (n=35) Mediana (min-máx) | Grupo GC (n=37) Mediana (min-max) | Valor de p |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------|
| Nota de física do vestibular | 6,25 (3,75 - 8,75) | 6,25 (3,75 - 8,75) | 0,733* |
| Nota de matemática do vestibular | 3,75 (1,25 - 7,50) | 3,75 (1,25 - 7,50) | 0,906* |

*Valor de p obtido com o teste de Mann-Whitney.

O desempenho de cada grupo nas disciplinas de Cálculo I, Física I e Álgebra Linear está mostrado nas Figuras 1, 2 e 3, respectivamente. Para todas as três disciplinas, as diferenças entre os grupos foram estatisticamente significativas.

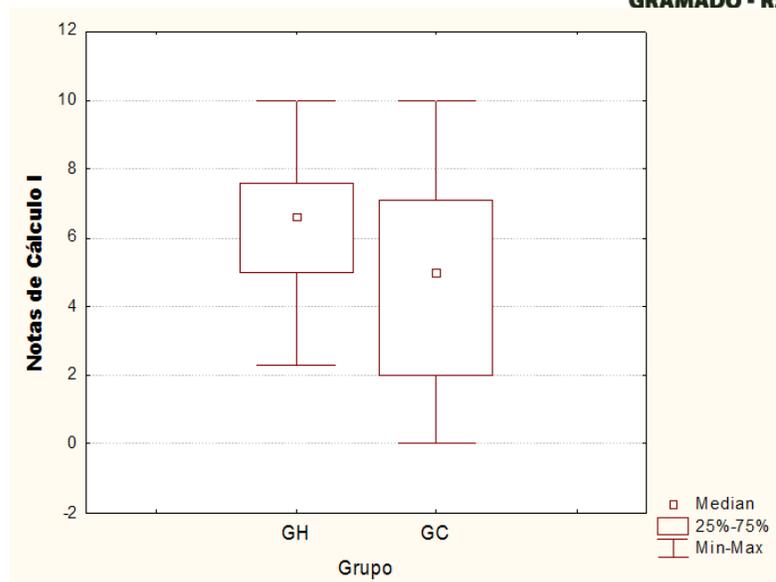


Figura 1 – Distribuição das notas de Cálculo I. O centro da caixa representa a mediana, suas bordas delimitam os percentis 25%-75% e as barras de erro indicam os valores mínimo e máximo.

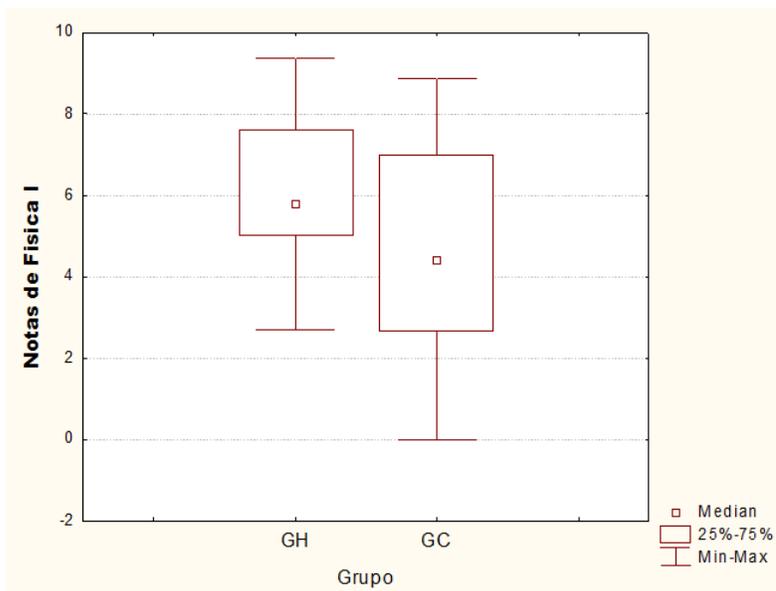


Figura 2 – Distribuição das notas de Física I. O centro da caixa representa a mediana, suas bordas delimitam os percentis 25%-75% e as barras de erro indicam os valores mínimo e máximo.

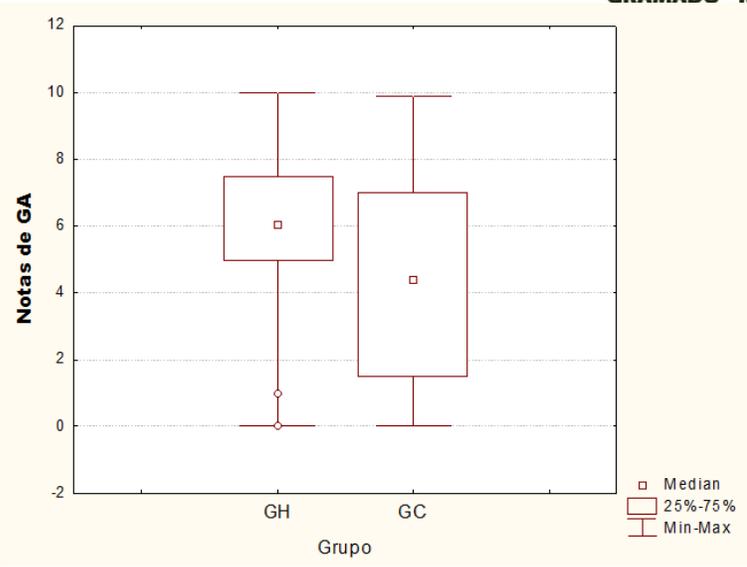


Figura 3 – Distribuição das notas Geometria Analítica. O centro da caixa representa a mediana, suas bordas delimitam os percentis 25%-75% e as barras de erro indicam os valores mínimo e máximo.

Os percentuais de aprovação dos dois grupos, apresentados na Figura 4, mostram que os estudantes que concluíram o HNB tiveram mais sucesso nas disciplinas em relação aos do grupo controle.

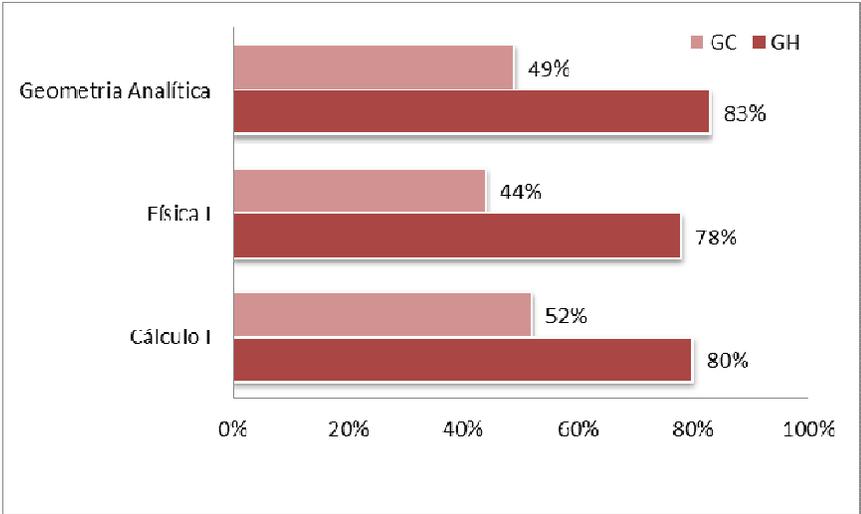


Figura 4 – Percentual de estudantes de cada grupo aprovados em cada uma das disciplinas analisadas, em cada grupo. As barras escuras indicam GH e as claras, GC.



5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo demonstrou que o desempenho dos estudantes nas disciplinas de Física, Cálculo e GA dos concluintes do HNB foi significativamente melhor que do grupo controle, levando a um percentual de aprovação, dentro do GH, superior ao do GC e também daquele normalmente encontrado na PUCPR e em outras universidades (LEHMAN, 2007; PASSOS, 2007), nestas disciplinas. A apresentação desta conclusão à Pró-Reitoria Acadêmica da PUCPR levou-a apoiar financeiramente a continuidade do programa e sua ampliação, o que de fato ocorreu em 2013.

O Programa Habilidades do Núcleo Básico (HNB), aplicado na Escola Politécnica, vem de encontro a um momento institucional de reestruturação de Propostas Pedagógicas, porque permitirá oferecer um reforço na formulação de raciocínio por parte do estudante, auxiliando-o a melhor aproveitar as disciplinas profissionalizantes que seu curso oferecerá. Para os professores dos cursos desta Escola, o auxílio virá em uma maior segurança na forma de trabalhar com os problemas mais complexos, já que os diferentes estilos de aprendizagem de cada estudante também contribuem para acentuar o grau de incerteza na escolha de aplicação de terminada metodologia.

Esta pesquisa permitiu comparar o desempenho acadêmico dos participantes, com outros estudantes do grupo de controle; além de estabelecer correlação entre a participação nas oficinas e as notas obtidas nas disciplinas. Para além destes resultados imediatos, a análise dos resultados desta pesquisa com os professores responsáveis pelas oficinas permitiu o refinamento teórico de metodologias que possam auxiliar os estudantes em seu processo de aprendizagem, auxiliando-os a subsidiar a formação de outros professores para atuar no ensino das engenharias. Para os estudantes, os benefícios alcançados foram o apoio na recuperação de conceitos básicos, o rendimento nas disciplinas e também o auto conhecimento de seu estilo de aprendizagem, de suas rotinas e seus hábitos de estudo, constituindo-se em um ganho para sua vida acadêmica e profissional.

Vale ressaltar que o método HNB vai além da aquisição de conteúdos pelo estudante. Existem parcerias no sentido de atender estudantes com necessidades especiais da PUCPR e também existe uma modalidade dentro do HNB que é o sistema agendado AHNB. O atendimento agendado destina aos estudantes que têm dúvidas em exercícios para uma prova (por exemplo). O atendimento é pontual, o estudante recebe o auxílio para o teste ou trabalho, não tem o mesmo efeito do programa completo mas é um convite para o estudante buscar estratégias de aprendizagem com efeitos mais duradouros.

Ao avançarem no curso, após concluírem este Programa Habilidades do Núcleo Básico (HNB), os estudantes poderão dispor de uma consistente base teórica, assegurando uma superação das dificuldades de compreensão de conceitos básicos ou intermediários.

Agradecimento

Ao Coordenador de Avaliação Institucional, prof. Paulo Nogas e à sua equipe por terem fornecido os dados para esta pesquisa.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, Paulo Roberto; SIQUEIRA, Lilia Maria Marques; VALASKI, Suzana. Vivenciando a aprendizagem colaborativa em sala de aula: experiências no ensino superior. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba, v. 4, n. 12, p. 169-188, maio 2004.

BARBOSA, Marcos Antonio. O insucesso no ensino e aprendizagem na disciplina de cálculo diferencial e integral. 2004. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004.

DOMÊNICO, Luiz Carlos Almeida de. Aprendizagem de cálculo diferencial e integral por meio de tecnologias de informação e comunicação. 2006. 154 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2006

FREIRE, Luiz Gustavo Lima. Auto-regulação da aprendizagem. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro, RJ, v. 14, n. 2, p. 276-286, julho 2009.

LEHMANN, Monique & LEHMANN, Roberto. Curso de Férias: uma tentativa de minimizar o problema da reprovação e evasão do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Severino Sombra. *In: Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Curitiba, 2007

MACIEL, Marli da Luz Sare. Ensino e aprendizagem da matemática: a necessidade de uma aprendizagem significativa. 1999. v. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 1999

MEC_Brasil: Resolução CNE/CES nº 11, de 11 de março de 2002: Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>

PASSOS, Fabiana *et alli*. Diagnóstico sobre a reprovação nas disciplinas básicas nos cursos de engenharia da UNIVASF *In: Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*. Curitiba, 2007

SIQUEIRA, Lilia Maria Marques. Uma proposta metodológica com o apoio de tecnologias educacionais na universidade: um relato de experiência do curso de engenharia elétrica. 205 f. Tese (Doutorado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2010

VALASKI, Suzana. A aprendizagem colaborativa com o uso de computadores: uma proposta para a prática pedagógica. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2003.



Results of a Physics and Mathematics support program on the performance of first-year engineering students

Abstract: PUCPR University has created a program for supporting students in acquiring basic Physics and Mathematics abilities – the HNB program. Each student accepted into the program receives an individual working plan, according to its initial diagnosis. An important feature of HNB is to clarify the student's responsibility in the learning process. The aim of this work was to assess the effectiveness of HNB in improving the performance of students at Calculus, Physics and Analytic Geometry programs. To do so, the grades of a group of students who concluded HNB, GH ($n=35$), was compared to those of a control group, GC ($n=37$), with students of the same courses and similar grades in the admission test. The approval rate of GH was larger than that of GC in all three programs investigated: 80% versus 52% in Calculus, 78% versus 44% in Physics and 83% versus 49% in Analytic Geometry. These results indicated that HNB was efficient and motivated the University to extend the program.

Key-words: Mathematics, Physics, Support program, Engineering