

APRENDIZADO BASEADO EM PROBLEMAS EM PARTE DE UMA DISCIPLINA DE FORMAÇÃO BÁSICA DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Getúlio Antero de Deus Júnior¹; Douglas Dias da Silva²

¹ Escola de Engenharia Elétrica e de Computação (EEEC/UFG)
Avenida Universitária, n. 1488, quadra 86, bloco A, 3º piso, Setor Leste Universitário
74605-010 – Goiânia – GO
getulio@eeec.ufg.br

² Escola de Engenharia Elétrica e de Computação (EEEC/UFG)
Avenida Universitária, n. 1488, quadra 86, bloco A, 3º piso, Setor Leste Universitário
74605-010 – Goiânia – GO
douglas-dias@hotmail.com

Resumo: *O Decreto 6.096/2007 apresenta duas grandes metas a serem alcançadas pelas Universidades Federais no Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). A Taxa de Conclusão média dos cursos de Graduação (TCG) presenciais deve ser elevada para 90% e a relação de alunos de graduação em cursos presenciais por professor deve ser elevada para 18, ao final de cinco anos. Os conceitos sobre reprovação, retenção e evasão escolar são apresentados e devem ser considerados para o atingimento das metas do REUNI. Algumas possibilidades e desafios sobre a prática docente universitária foram apresentados como forma de contribuir para o desenvolvimento de uma formação diferenciada e conquista do “aprender a aprender”. A metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é apresentada como alternativa pedagógica para promover a permanência discente. A aplicação da PBL em parte de uma disciplina de formação básica da Engenharia Elétrica da EEEEC/UFG foi realizada com uma tentativa de envolvimento dos atores do processo de ensino-aprendizagem, como forma de contribuição do aumento dos indicadores, além de melhorar a formação do indivíduo e profissional. Os resultados foram satisfatórios e apontam para a utilização da PBL num conjunto maior de disciplinas no futuro.*

Palavras-chave: *PBL, Aprendizado Baseado em Problemas, Teoria de Telecomunicações.*

1. INTRODUÇÃO

O Relatório de Trabalho da Comissão instituída pelo Conselho Universitário discutiu e apresentou uma proposta para o Plano de Reestruturação e Expansão da Universidade Federal de Goiás (REUNI/UFG), baseando-se nos termos do Decreto 6.096/2007 e nas normas emanadas do MEC para a implementação do REUNI (COMISSÃO, 2007).

O Decreto 6.096/2007 apresenta duas metas a serem alcançadas pelas Universidades Federais no plano do REUNI (DECRETO, 2007):

- a) a taxa de conclusão média dos cursos de graduação presenciais deve ser elevada para 90% ao final de cinco anos e;
- b) a relação de alunos de graduação em cursos presenciais por professor deve ser elevada para 18 ao final de cinco anos.

O MEC estabeleceu no documento Diretrizes Gerais do REUNI *os parâmetros de cálculo dos indicadores* que compõem as metas referidas, sendo que a *Taxa de Conclusão dos cursos de Graduação* (TCG) é definida como (DIRETRIZES, 2007):

$$TCG = (\text{total anual de diplomados nos cursos de graduação presenciais})/(\text{total anual de ingresso oferecido pela instituição}) \quad (1)$$

Sobre a TCG, o relatório da Comissão do Reuni na UFG (2007, p. 3) reforçou seu real significado:

“A taxa média de 90% de conclusão dos cursos de graduação diz respeito à *eficiência* (grifo nosso) com que as Universidades Federais preenchem as vagas que oferecem e levam seus estudantes à diplomação, objetivo que *deve ser monitorado* (grifo nosso) ao longo da execução dos planos de reestruturação”.

O relatório da Comissão do Reuni na UFG ainda apresentou uma comparação entre o número de alunos ingressantes e concluintes, e a TCG para algumas Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). Os dados parciais são apresentados na Tabela 1. Note que a UFG possui um dos índices de Taxa de Conclusão de Graduação (TCG) mais baixos entre as IFES, resguardadas as devidas especificidades e características da UFG em relação às demais instituições nesta comparação.

Tabela 1 – Taxa de Conclusão de Graduação (TCG) da UFG e outras IFES (COMISSÃO, 2007).

IFES	Ingressantes	Concluintes	Taxa de Conclusão (TCG)
UFG	3.751	2.416	64,41
UFAL	2.311	1.817	78,62
UFAM	3.271	2.348	71,78
UFBA	4.580	2.638	57,60
UFC	3.976	2.341	58,88
UFES	2.835	1.986	70,05
UFMA	2.292	1.477	64,44
UFMG	5.069	3.954	78,00
UFMS	4.043	2.517	62,26
UFPEL	1.657	1.369	82,62
UFSC	4.575	2.722	59,50
UFSCAR	1.290	943	73,10
UnB	4.494	3.080	68,54
UFU	2.457	2.023	82,34

A *Relação de Alunos de graduação por Professor* (RAP) é definida como (DIRETRIZES, 2007):

$$RAP = (\text{matrícula projetada em cursos de graduação presenciais})/(\text{medida ajustada do corpo docente}) \quad (2)$$

Sobre a RAP, o relatório da Comissão do REUNI na UFG reforçou a forma do seu cálculo com base no número de vagas de ingresso anuais de cada curso de graduação presencial, a sua duração padrão (tempo mínimo, medida em anos, para integralização curricular) e um fator de retenção estimado para cada área do conhecimento (COMISSÃO,

2007). As durações padrões e os fatores de retenção de diversos cursos são apresentados no relatório e foram estabelecidos conjuntamente entre a ANDIFES e a SESu. Os dados apresentados pela Tabela 2 são, portanto, utilizados no *Modelo de Distribuição de Recursos* entre as IFES.

Tabela 2 – Duração Padrão e Fator de Retenção para cada Área de Conhecimento (COMISSÃO, 2007).

Área do Conhecimento	Duração Padrão	Fator de Retenção
Artes	4	0,1150
Ciências Agrárias	5	0,0500
Ciências Biológicas	4	0,1250
Ciências Exatas – Matemática e Estatística	4	0,1325
Ciências Exatas – Computação	4	0,1325
Ciências Exatas e da Terra	4	0,1325
Ciências Humanas	4	0,1000
Psicologia	5	0,1000
Formação de Professor	4	0,1000
Medicina	6	0,0650
Veterinária, Odontologia, Zootecnia	5	0,0650
Nutrição, Farmácia	5	0,0650
Enfermagem, Fisioterapia, Fonoaudiologia, Ed. Física	5	0,0660
Ciências Sociais Aplicadas	4	0,1200
Direito	5	0,1200
Arquitetura e Urbanismo	4	0,1200
Engenharias	5	0,0820
Linguística e Letras	4	0,1150
Música	4	0,1150
Tecnólogos	3	0,0820

O cálculo do Docente com Equivalência de Dedicção Exclusiva (DDE) é definido como (DIRETRIZES, 2007):

$$DDE = (total\ de\ professores-equivalentes)/(1,55) \quad (3)$$

O cálculo do índice DDE, equação (3), foi definido em função do ajuste necessário para o cálculo da medida ajustada do corpo docente em função das dimensões dos programas de pós-graduação *stricto-sensu* da instituição (COMISSÃO, 2007). O total de professores-equivalentes se refere àquele definido pela Portaria Interministerial nº. 22/2007 (PORTARIA, 2007) e que no caso da UFG, o total apresentado foi de 2.019 professores-equivalentes. A Comissão do REUNI na UFG (2007, p. 4) apresentou:

“O ajuste que se realiza neste número de docentes equivalentes em dedicação exclusiva se dá retirando-se um quantitativo de docentes e considerando-se que este quantitativo se dedica exclusivamente às atividades de pós-graduação. Para o cálculo deste quantitativo de professores as universidades são separadas em dois blocos: aquelas que possuem o número de alunos de mestrado e doutorado por professor, maior que a média nacional, que é de 1,5 e aquelas que estão com esse indicador abaixo da média”.

A Comissão do REUNI na UFG (2007, p. 4-5) concluiu: “O ajuste da medida do corpo docente, para as universidades que ultrapassam a média nacional na oferta de vagas na pós-graduação, faz-se à razão de 1 docente dedicação exclusiva (DE) por 6 alunos de mestrado e doutorado (no caso de programas com avaliação 3 e 4), de 1 docente por 5 alunos (programas 5 e 6) e 1 docente por 4 alunos (programas 7)”.

Dessa forma, o ajuste para as Universidades Federais que estão abaixo da média é feito da mesma forma, só que limitada a 5% do quadro de Docente com Equivalência de Dedicção Exclusiva (DDE) da instituição. A Tabela 3 apresenta a Relação de Alunos de graduação por Professor (RAP) para algumas IFES. Note que na metodologia utilizada pelo MEC a partir de dados de 2005, a RAP da UFG foi de 14,71 (COMISSÃO, 2007).

Tabela 3 – Relação Alunos de Graduação da UFG e outras IFES (COMISSÃO, 2007).

Ifes	Relação Alunos de Graduação por Professor (RAP)
UFG	14,71
UFAL	13,09
UFAM	17,15
UFBA	11,72
UFC	13,79
UFES	13,11
UFMA	13,58
UFMG	13,70
UFMS	18,55
UFMT	12,16
UFPEL	11,03
UFSC	21,00
UFSCAR	14,53
UnB	18,72
UFU	11,78

A partir dos dados do REUNI, pode-se observar que a *eficiência* será a meta mais importante a ser perseguida pelas IFES e o monitoramento da taxa de diplomação deve ser implementado. É digno de nota que a TCG tem uma correlação com a evasão dos alunos na educação superior e preenchimento das vagas ociosas. Assim, a TCG pode ser melhorada com a diminuição da evasão nos cursos e aumento do preenchimento das vagas ociosas. Neste contexto, este trabalho resgata um dos problemas mais graves nos cursos de engenharia: *o alto índice de reprovação (retenção) e conseqüentemente, aumento da evasão escolar em disciplinas de formação básica do curso de Engenharia Elétrica*. Como os estudos sobre a evasão na Educação Superior e alternativas pedagógicas podem contribuir para a diminuição da reprovação, reduzindo a evasão em uma disciplina de formação básica do curso de engenharia? Como o professor, o tutor e monitor de uma disciplina de formação básica podem encarar os desafios e as possibilidades de atuação diante dos novos paradigmas do ensino superior? Essas são algumas perguntas que este artigo pretende responder.

Este artigo está organizado em sete seções a partir desta seção 1 (introdução). Na seção 2 são apresentados os conceitos sobre reprovação, retenção e evasão escolar (EDITAL, 2008). Na seção 3, são apresentados alguns desafios e possibilidades sobre a prática docente universitária (SOARES *et al.*, 2007). Na seção 4, são apresentadas alternativas pedagógicas para promover a permanência do discente (TAVARES, 2008). A metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (do inglês: *Problem Based Learning – PBL*) é então

apresentada na seção 5, como uma oportunidade para a promoção da permanência discente a partir de adesão da metodologia por parte dos discentes (RIBEIRO, 2005). Como estudo de caso, uma aplicação da PBL em parte da disciplina de Teoria de Telecomunicações do curso de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia Elétrica e de Computação (EEEC/UFG) é apresentada na seção 6, bem como os principais resultados alcançados. As considerações finais são apresentadas na seção 7 e os resultados corroboram a ampliação do método para outras disciplinas de formação básica do curso de Engenharia Elétrica e devem fazer parte das discussões do Grupo EnAEn (Grupo Ensino Aplicado em Engenharia e Engenharia Aplicada em Ensino) (DEUS JÚNIOR, 2007).

2. A REPROVAÇÃO, A RETENÇÃO E A EVASÃO ESCOLAR

A reprovação, a retenção e a evasão escolar são conceitos que foram definidos pela Comissão Especial de Estudos sobre Evasão constituída pela SESu/MEC em 1995 e que acabou gerando um estudo em outubro de 1996 dentro do Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras (PAIUB). Assim, a Comissão definiu as dimensões da evasão da seguinte forma (TAVARES, 2008, p. 49):

“Evasão de curso: quando o discente desliga-se do curso superior em situações diversas tais como abandono (deixa-se de matricular-se), desistência (oficial), transferência ou reopção (mudança de curso), exclusão por norma institucional; Evasão da instituição: quando o discente desliga-se da instituição na qual está matriculado; Evasão do sistema: quando o discente abandona de forma definitiva ou temporária o ensino superior.”

No contexto do REUNI, as três dimensões de evasão devem ser consideradas para o atingimento das metas.

Os fatores que a Comissão Especial de Estudos sobre Evasão apresentou e que poderiam contribuir para a compreensão da evasão nos cursos de graduação foram: fatores relacionados com o próprio discente; fatores relacionados ao curso e à instituição; e fatores socioeconômicos externos.

Entre os fatores referentes às características individuais do discente, Tavares, (2008, p. 49) destacou:

“Relativos à habilidade de estudo; relacionados à personalidade; decorrentes da formação da escola anterior; vinculados à escolha precoce da profissão; relacionados às dificuldades pessoais de adaptação a vida universitária; decorrentes da incompatibilidade entre a vida acadêmica e as exigências do mundo do trabalho; decorrentes de desencanto ou da desmotivação dos alunos com cursos escolhidos em segunda opção; decorrentes de dificuldades na relação ensino-aprendizagem, traduzidas em reprovações constantes ou na baixa frequência às aulas; decorrentes da desinformação a respeito da natureza dos cursos; decorrentes da descoberta de novos interesses que levam à realização de novo vestibular”.

Em relação aos fatores internos ao curso e às instituições, Tavares, (2008, p. 49-50) destacou:

“Peculiares às questões acadêmicas; currículos desatualizados, alongados; rígida cadeia de pré-requisitos, além da falta de clareza sobre o próprio projeto pedagógico do curso; relacionados às questões didático-pedagógicas; relacionados à falta de formação pedagógica ou ao desinteresse do docente; vínculos à ausência ao pequeno número de programas Institucionais para o discente; decorrentes da cultura institucional de desvalorização da docência na graduação; decorrentes de insuficiente estrutura de apoio ao ensino de graduação: laboratórios de ensino, equipamentos de informática, entre outros; inexistência de um sistema público nacional que viabilize a racionalização da utilização das vagas, afastando a possibilidade da matrícula em duas universidades”.

E como fatores socioeconômicos externos, Tavares, (2008, p. 50) destacou:

“Relativos ao mercado de trabalho; relacionados ao reconhecimento social da carreira escolhida; afetos à qualidade da escola de primeiro e segundo grau; vinculados às conjunturas econômicas específicas; relacionados à desvalorização da profissão; vinculados à dificuldade financeira do estudante; relacionados às dificuldades de atualizar-se à universidade frente aos avanços tecnológicos, econômicos e sociais da contemporaneidade; relacionados à ausência de políticas governamentais consistentes e continuadas, voltadas ao ensino de graduação”.

Muitas das sugestões para a melhoria dos índices de desempenho dos cursos, sugeridos pela Comissão de Estudos sobre as IFES brasileiras em 1996, deverão ser amplamente rediscutidas no contexto do REUNI. Os reflexos, em especial, de políticas públicas institucionais, podem ser percebidos no lançamento de editais para aproveitamento de vagas nas IFES brasileiras, como por exemplo, o edital n.º 001/2008/DAA/PROGRAD que disponibilizou vagas para preenchimento para portador de diploma, complementação de habilitação e complementação de modalidade para diversos cursos de graduação da UFG (EDITAL, 2008). Vale ressaltar que a reprovação, a retenção e a evasão escolar em disciplinas de formação básica nos cursos de ciências exatas e engenharias contribuem com a abertura de inúmeras vagas nesses cursos e que em geral, são superiores em número, quando comparado com outros cursos.

Institucionalmente, muitas políticas são implementadas pela Pró-Reitoria de Graduação da UFG para melhorar o ensino de graduação. Dentre essas políticas, pode ser citado o *Programa de Formação para a Docência no Ensino Superior* que implementa cinco programas: Curso de Docência no Ensino Superior/Estágio Probatório; Curso de Docência no Ensino Superior/Formação Permanente; Curso de Docência no Ensino Superior/ Professores Substitutos; Curso de Formação em Gestão Acadêmica; Seminários de Formação na Graduação da UFG (PROGRAD, 2008).

3. DESAFIO E POSSIBILIDADES SOBRE A PRÁTICA DOCENTE UNIVERSITÁRIA

Repensando a ação docente, E. M. S. Soares, *et al.* (2007, 86-87), escreveu:

“Ainda hoje, é forte a crença, da maioria dos estudantes, e também de muitos professores, de que o aluno aprende se o professor der as ordens, as regras, os caminhos e todas as explicações sobre o objeto de conhecimento. Uma das conseqüências desse modo de pensar os procedimentos de ensino, com ênfase na informação para apresentar os resultados e os produtos do processo de conhecer, é que o aluno tende a não desenvolver seu pensamento, pois está atento a regras e leis já estabelecidas pelo pensamento ou ao repasse de informações do professor. Além disso, tende a não adquirir a autoconfiança para fazer a crítica dos procedimentos usados na resolução de problemas e para arriscar diferentes alternativas e novas abordagens. O resultado dessa maneira de agir e de conceber a aprendizagem e o ensino, induzido pelos modelos tradicionais de ensino, ainda bastante presentes, é a tendência à passividade, que não contribui para o desenvolvimento de uma formação, necessária hoje, que implica uma conduta criativa e empreendedora, nem de saberes de valor para conquista do *aprender a aprender* (grifo nosso)”.

No desafio da conquista do “aprender a aprender” é importante o entendimento do posicionamento dos três paradigmas envolvidos: “lugares”, “sujeitos” e “conhecimentos”. Institui-se “Lugares” como os instrumentos no processo de ensino-aprendizagem (por exemplo, a ação a voz na comunicação), os “sujeitos” como os atores envolvidos no processo de aprendizagem, ou seja, o professor, o tutor (quando houver) e o aluno e, “conhecimentos” como sendo os espaços disponibilizados para a troca de informações (Internet, artigos, dissertações de mestrado, livro texto básico da disciplina, vídeos educacionais, a sociedade, entre outras fontes).

J. W. R. NAPPI (2008, p. 151) reforça o papel da voz no processo de ensino-aprendizagem na sala de aula:

“A voz envolve comunicação, interação, aprendizado, desenvolvimento e reflexão, construção de conhecimentos, aproveitamento e valorização da bagagem sociocultural e intelectual de cada sujeito. Ela representa uma possibilidade de auto-avaliação. Demonstra equilíbrio do professor quanto ao saber dosar momentos de falar e de ouvir, abrindo esta possibilidade também aos alunos, oportunizando a socialização de saberes e troca de conhecimentos”.

A voz não é o único instrumento disponível para melhoria da prática pedagógica: há inúmeras possibilidades. Assim, E. M. S. Soares, *et al.* (2007, p. 87-88) apresenta algumas possibilidades para a prática pedagógica que pode fazer a diferença na escolha de uma boa metodologia de ensino:

“Parte-se da idéia de que continuar com aulas centradas na ação do professor não desenvolve a capacidade de aprender a aprender, pois não leva à autonomia, não incentiva de pensar em diferentes abordagens para lidar com os problemas. Assim, o que se está fazendo é criar estratégias para envolver os alunos em atividades que os levem a ler e interpretar conceitos; a atuar em grupos para pensar, discutir e propor soluções; ...”;

“Outra estratégia na qual se tem investido, é incentivar o aluno a elaborar seu instrumento de consulta para as provas escritas, na forma de resumos ou mapas conceituais com os conteúdos estudados”;

“... a avaliação fornece dados e informações para que o professor programe intervenções pedagógicas e orientações, problemas e desafios, a fim de que os alunos estabeleçam relações e desenvolvam habilidades e condutas de valor”;

“Ainda como ação pedagógica em torno da avaliação, tem-se utilizado auto-avaliações, entendidas como um ‘mapeamento’ do que está acontecendo em temas de aprendizagem e de tomada de consciência do papel de cada um, aluno e professor...”.

4. ALTERNATIVAS PEDAGÓGICAS PARA PROMOVER A PERMANÊNCIA DO DISCENTE

A flexibilização de currículos e articulações de ações pedagógicas, bem como as possibilidades sobre a prática docente universitária, apontam as seguintes alternativas pedagógicas: Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL); Teoria da Problematização (TP). Ambas alternativas podem trabalhar a transdisciplinaridade, caracterizada pelo enfoque no ser, incluindo o conhecer, o interagir e o fazer. É digno de nota que a transdisciplinaridade considera uma realidade multidimensional, sem que nenhuma dimensão tenha prioridade sobre outra. Ademais, a transdisciplinaridade rompe as fronteiras de cada ciência disciplinar, construindo um conhecimento integrado com o objetivo de entender o ser e a vida (SANTOS, 2005).

A Teoria da Problematização é representada pelo esquema de cinco etapas desenvolvidas a partir da realidade: observação da realidade a fim de transformá-la em problema; determinação dos pontos essenciais sobre o problema; teorização relativa aos pontos essenciais; elaboração de hipóteses de solução e por fim a aplicação à realidade. Em suma, a TP induz os alunos a exercerem a relação prática-teoria-prática, tendo com ponto de partida e chegada da aprendizagem, a realidade social. A TP é muito indicada em cursos da área social, onde os alunos interagem com a sociedade e trazem os problemas para contextualização e busca de soluções, podendo o problema original levar a formação de novos problemas. A TP é fortemente indicada, portanto, nos cursos de Técnico em Enfermagem, curso de licenciatura em Enfermagem, entre outros (BERBEL, 1998; OFICINA, 2008). Como esta alternativa não é objeto de aplicação deste artigo, não será apresentada em detalhes.

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) tem como filosofia pedagógica o aprendizado centrado no aluno, para o qual a análise de problemas é proposta com o intuito de fazê-lo estudar determinados conteúdos, predominando o aprendizado de conteúdos cognitivos e a integração de disciplinas (BERBEL,1998). Na próxima seção, é apresentada a PBL.

5. A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (DO INGLÊS: *PROBLEM BASED LEARNING* – PBL)

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é um método de aprendizagem pautado pelo uso de problemas reais visando à aprendizagem de conceitos fundamentais da área de conhecimento, o pensamento crítico e a habilidade de solução de problemas (RIBEIRO, 2005).

A fundamentação da PBL encontra-se nos princípios da interação com a vida real, metacognição, construção do conhecimento, interação social, motivação epistêmica, dentre outras; que são alcançados com a proposta da utilização de problemas reais para análise e solução por pequenos grupos de alunos facilitados pelo professor ou tutor. Dessa forma, a aprendizagem através da PBL não é consequência apenas do conhecimento prévio, advindo da análise inicial do problema, mais também de como tal conhecimento é ativado nos alunos. Essa ativação, por conseguinte a estimulação da motivação epistêmica, é obtida por meio de discussões em sala de aula, pelos grupos de alunos, sobre problemas que são relevantes ao futuro do profissional (RIBEIRO, 2005).

Além da estimulação da motivação epistêmica, as discussões em grupos fornecem pontos de vistas alternativos entre os alunos, levando-os a se questionarem, o que favorece o processo de aprendizagem. Ou seja, a interação social é um fator relevante para o processo de aprendizagem e consequentemente para a PBL (RIBEIRO, 2005).

No âmbito do ensino na engenharia, a PBL é uma alternativa pedagógica aplicável pois abrange a aprendizagem ativa, através da colocação de perguntas e buscas de respostas; a aprendizagem integrada, por meio de problemas cujas soluções compreendam várias subáreas; aprendizagem cumulativa, através do aumento gradual do nível de dificuldade dos problemas propostos; e por fim a aprendizagem para a compreensão. Além de favorecer outros atributos ao futuro profissional como: adaptabilidade a mudanças, habilidade de solucionar problemas, trabalho em equipe, entre outros (RIBEIRO, 2005).

A transição do modelo tradicional para a PBL não é recomendada na forma abrupta ou ainda em disciplinas isoladas em um currículo convencional (RIBEIRO, 2005). Mesmo a PBL não sendo recomendada em uma disciplina isolada, L. R. de C Ribeiro (2005) aplica-a como um estudo de caso em seu trabalho. L. R. de C Ribeiro (2005) ainda sugere modelos de transições para a migração do modelo convencional (1,1,1,1,1) para o modelo PBL ideal (4,4,4,4,4), conforme apresentado pela Tabela 4.

Tabela 4 – Elementos Fundamentais da PBL (RIBEIRO, 2005).

Passo	Problema	Integração	Trabalho em Equipe	Solução de Problemas	Aprendizagem Autônoma
1	Vários problemas por semana.	Nenhuma ou pouca integração de conceitos. Uma única habilidade ou idéia.	Trabalho Individual.	Nenhum método formal de solução de problemas. Alunos concentram-se em como solucionar cada novo tipo de problema	Professor fornece todo o conteúdo via aula, observações, páginas da internet, tutoriais, referências a livros e periódicos. Alunos concentram-se em aprender o que lhes foi dado.
2	Um problema por semana.	Alguma integração de conceitos.	Alunos trabalham juntos em sala de aula (informalmente), mas produzem trabalhos individuais.	Método formal de solução de problemas, que é aplicado nas aulas.	Professor fornece grande parte do conteúdo, mas espera que os alunos investiguem alguns detalhes e/ou dados por si próprios.
3	Mais de um problema por semestre, cada um com duração de algumas semanas.	Integração significativa de conceitos e habilidades na solução do problema.	Trabalho em equipe, menos informal que a categoria anterior. Relatório em conjunto, porém sem avaliação por pares.	Método formal de solução de problemas, o qual é orientado por tutores em aulas tutoriais.	Professor fornece um livro-texto como base para sua disciplina, mas espera que os alunos utilizem esta e outras fontes, a seu critério.
4	Um problema por semestre.	Grande integração, talvez incluindo mais de uma área de conhecimento.	Trabalho em equipe formal, encontros externos entre as equipes, avaliação por pares, relatórios e apresentação de resultados em conjunto.	Método formal de solução (e aprendizagem) de problemas. Alunos aplicam este método, sozinhos a cada novo problema.	Professor fornece pouco ou nenhum material (talvez algumas referências). Alunos utilizam a biblioteca, a internet e especialistas para chegarem à compreensão do problema.

6. ESTUDO DE CASO: A PBL EM PARTE DA DISCIPLINA DE TEORIA DE TELECOMUNICAÇÕES DO CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA DA EEEEC/UFG

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) foi aplicada como uma alternativa pedagógica em parte da disciplina de Teoria de Telecomunicações (TT) do curso de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia Elétrica e de Computação (EEEC/UFG). A disciplina de Teoria de Telecomunicações foi oferecida para o sexto período do curso de graduação em Engenharia Elétrica da EEEEC/UFG no primeiro semestre de 2008. Com uma carga horária total de 60 horas, a disciplina visa fornecer os conceitos introdutórios de unidades de medidas em telecomunicações, filtros, ruídos, sinais, análise e transmissão de sinais, modulações analógicas (modulação em amplitude e modulação angular), amostragem e modulação por codificação de pulso, princípios da transmissão digital de dados, modulações digitais, teoria de probabilidade, processos aleatórios e comportamento de sistemas analógicos e digitais na presença de ruído.

A aplicação da PBL na disciplina de TT foi motivada pela busca contínua da melhoria do ensino de graduação na EEEEC/UFG, muito embora a necessidade de obtenção das metas instituídas pelo Decreto do REUNI aponte para a melhoria da TCG, o que também implica em intervenções pedagógicas em outras disciplinas.

A implementação da PBL na disciplina de TT ocorreu concomitantemente com o ensino tradicional, chamado de conteúdo “arbóreo” (conteúdo curricular estruturado de forma rígida no Projeto Pedagógico do Curso). A carga horária da disciplina foi dividida em duas partes: o ensino tradicional ministrado com uma carga horária de 36 horas e a aplicação da PBL de forma integral com carga horária de 24 horas. É digno de nota que a PBL foi adaptada e aplicada na busca das soluções de exercícios extraclasse individuais na parte do ensino tradicional. Os estudos de artigos e de uma dissertação de mestrado profissionalizante foram muito importantes na busca de uma solução de um problema complexo e real de uma operadora de telecomunicações. O conteúdo da parte de aplicação da PBL de forma integral ainda ampliou os estudos do conteúdo “arbóreo” do livro-texto, além da conquista da transdisciplinaridade com conteúdos estudados referentes às disciplinas de Engenharia Econômica, Redes de Computadores e Telecomunicações.

O ensino tradicional focou o conteúdo curricular (conteúdo “arbóreo”) utilizando uma metodologia de aprendizagem ativa, composta de aulas expositivas, de exercícios a serem realizados por grupos em sala de aula e de exercícios extraclasse individuais. O professor, nessa metodologia, teve a função de transferir os conhecimentos através de aulas expositivas, de incentivar debates para facilitar a geração de soluções e de orientar os grupos nos problemas em sala de aula e exercícios extraclasse. Na busca das soluções dos exercícios extraclasse, as sete sessões da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) foram adaptadas e sugeridas aos alunos: leitura do capítulo referente ao conteúdo dos exercícios propostos (sessão 1); leitura dos exercícios propostos (sessão 2); meditação na leitura da teoria do livro (sessão 3); busca da solução dos exercícios propostos (sessão 4); elaboração de resenhas sobre o conteúdo estudado e/ou bibliografia complementar (sessão 5); momento presencial para sanar dúvidas sobre os exercícios (sessão 6); finalização da busca da solução dos exercícios propostos e entrega dos exercícios propostos e resenha (sessão 7). Foi disponibilizado um aluno da graduação que trabalhou como monitor da disciplina através do Programa de Monitoria da UFG.

Através das aulas expositivas do conteúdo “arbóreo”, os alunos tiveram contato com a teoria e sua aplicabilidade no campo profissional, fornecidas pelo professor que se preocupou, na medida do possível, fazer a extrapolação do conteúdo do livro-texto. No final de cada aula expositiva, os alunos eram divididos em grupos para a resolução de problema(s) proposto(s),

cujas soluções eram entregues no término da aula, referentes ao conteúdo teórico apresentado. Completando o ciclo de uma aula expositiva, eram propostos exercícios extraclasse para resolução com o objetivo de fixar o conteúdo. Ao final de cada um dos dois ciclos da metodologia do ensino tradicional, os alunos foram submetidos a uma avaliação escrita sobre o conteúdo teórico, nas quais tiveram o auxílio de um instrumento de consulta criado por eles (denominado Lembrete); e também foram submetidos à auto-avaliação, que refletiu a consciência do aluno sobre sua participação no processo de aprendizagem.

A avaliação do desempenho dos alunos nos dois ciclos da metodologia do ensino tradicional considerou a média das notas dos exercícios realizados em sala de aula pelos grupos (ErG), a média das notas dos exercícios extra-classe realizados individualmente (ErI), a nota de auto-avaliação (AA) e a nota da prova (P). As notas finais N_1 e N_2 (N_i , com $i = 1$ e $i = 2$) foram calculadas pela média ponderada dada por:

$$N_i = 0,1 \times ErG + 0,1 \times ErI + 0,1 \times AA + 0,7 \times P \quad (4)$$

A PBL foi aplicada de forma integral por meio de aulas alternadas com as aulas do ensino tradicional durante todo o semestre letivo. A PBL objetivou o desenvolvimento da capacidade de escrita do aluno, a visão de aplicabilidade do conteúdo absorvido no ensino tradicional e a transdisciplinaridade com as áreas de Engenharia Econômica, Redes de Computadores e Telecomunicações. Neste caso, um aluno da pós-graduação trabalhou como professor-tutor da disciplina através do Programa de Mestrado em Engenharia Elétrica e de Computação da EEEC/ UFG.

As três primeiras aulas da PBL foram dedicadas às orientações sobre os problemas extraclasse, as discussões sobre o conteúdo estudado e orientações sobre as resenhas referentes aos assuntos de telecomunicações solicitados. Nesta etapa inicial da ABP, exigiu-se dos alunos a leitura e elaboração de uma resenha sobre o artigo “*Johnson-Nyquist Noise*” de Clay S. Turner (TURNER, 2007), a pesquisa e apresentação de assuntos relativos à área de Telecomunicações.

Nas aulas seguintes, adotou-se a dissertação de mestrado profissionalizante *Comparação entre os Frameworks de Conferência Centralizada e Distribuída no Ambiente de uma Operadora de Telecomunicações*, autoria de Márcio R. B. (BORGES, 2008). Essa dissertação integra conhecimentos das áreas de Engenharia Econômica (avaliação de projetos economicamente viáveis), Redes de Computadores e Telecomunicações. A escolha desta dissertação foi fundamentada no fato de que representa bem a realidade do profissional de Engenharia Elétrica na área de Telecomunicações, além é claro, estar em consonância com as premissas da PBL em utilizar problemas reais e envolver mais de uma área de conhecimento.

Em cada encontro da PBL, discutiu-se um dos capítulos da dissertação. Neste caso, os alunos deveriam previamente estudar, ler e compreender os capítulos, além de extrapolar o conhecimento através de pesquisas adicionais sobre o assunto estudado, conforme proposto pela metodologia PBL. No entanto, inicialmente notou-se uma falta de interesse, por parte dos alunos, tanto na leitura da dissertação, quanto na pesquisa e aprofundamento do tema apresentado.

Diante desse impasse, decidiu-se por uma interferência maior do docente/tutor no processo de aprendizagem. Assim, foi solicitada a leitura prévia do capítulo referente àquela aula PBL e no encontro presencial, foi introduzida a leitura de um artigo sobre o tema estudado na dissertação. Um questionário composto de perguntas sobre o artigo e o capítulo estudado previamente “forçou” a leitura, a interação entre os componentes de um grupo composto por cinco alunos (máximo). Ao final do encontro presencial da aula PBL, uma discussão entre todos os grupos foi então realizada como forma de socialização do conhecimento estudado.

A partir dessa alteração, percebeu-se um crescimento na participação dos alunos no processo de aprendizagem nas aulas subseqüentes. Assim, a ampliação do conhecimento dos capítulos da dissertação de mestrado estudada veio por meio da leitura de quatro artigos estudados (COSTA *et al.*, 2001; LEOPOLDINO *et al.*, 2001; GONÇALVES *et al.*, 2003). A participação feita por meio da relação aluno-aluno (advindo das discussões internas dos grupos), por meio das discussões finais entre os grupos de alunos e por meio da relação aluno-tutor (advindo do direcionamento do aluno ao aprofundamento dos estudos promovido pelo tutor) proporcionou um maior envolvimento de todos no processo de aprendizagem.

Finalizando a aplicação da PBL na disciplina, foi proposto um problema (um caso) com um cenário diferente da dissertação estudada. A apresentação de um relatório e a exposição dos resultados por meio de um seminário concluiu as atividades da disciplina. Para tanto, os grupos tiveram duas semanas de dedicação para a busca da solução do problema e foi necessária a realização de reuniões semanais com o professor-tutor para esclarecimentos. A avaliação do desempenho dos alunos, na metodologia PBL, considerou a média das notas de participação do aluno nas atividades propostas em cada aula (PA), a presença no seminário do problema (caso) (PS) e a nota referente à solução do problema (caso) (PC). A nota final N_3 foi calculada pela média ponderada dada por:

$$N_3 = 0,5 \times PA + 0,2 \times PS + 0,3 \times PC \quad (5)$$

A aprovação na disciplina tem como um dos requisitos a obtenção de média final igual ou superior a 5,0. A média final da disciplina é calculada com base nas três notas finais (N_1 , N_2 e N_3) e ponderada da seguinte forma:

$$MÉDIA FINAL = 0,4 \times N_1 + 0,4 \times N_2 + 0,2 \times N_3 \quad (6)$$

Na aplicação da PBL de forma integral, duas avaliações sobre a metodologia de ensino foram realizadas. A primeira avaliou o processo educacional, sendo aplicada antes do lançamento do problema-caso, enquanto que, a segunda avaliou a própria metodologia como ferramenta de ensino para a Engenharia Elétrica, sendo aplicada no término da disciplina. Os questionários aplicados, neste caso, basearam-se nos questionários propostos por L. R. de C Ribeiro (2005). A Figura 1 apresenta os resultados encontrados para a avaliação do processo educacional.

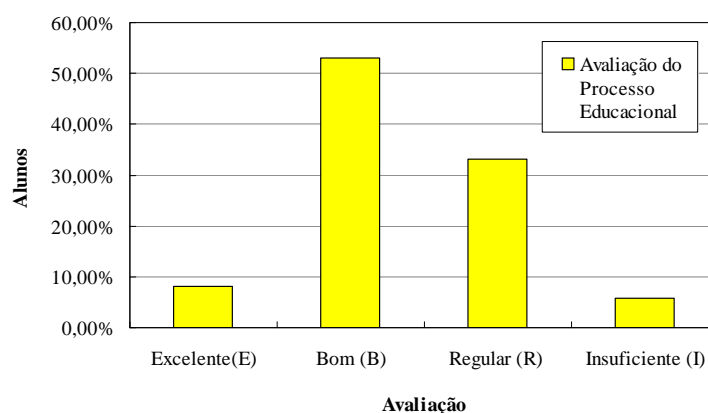


Figura 1 – Avaliação do Processo Educacional

Analisando os resultados obtidos, é possível concluir que mais de 53% dos alunos avaliaram a metodologia aplicada como bom, enquanto que, apenas 5,72% dos alunos a consideraram insuficiente.

A Figura 2 apresenta três aspectos relevantes a PBL. Os resultados indicam que mais da metade dos alunos acreditam que a forma de aplicação da PBL foi capaz de estimular a motivação, favorecer a integração de conhecimentos e demonstrar a relevância do trabalho.

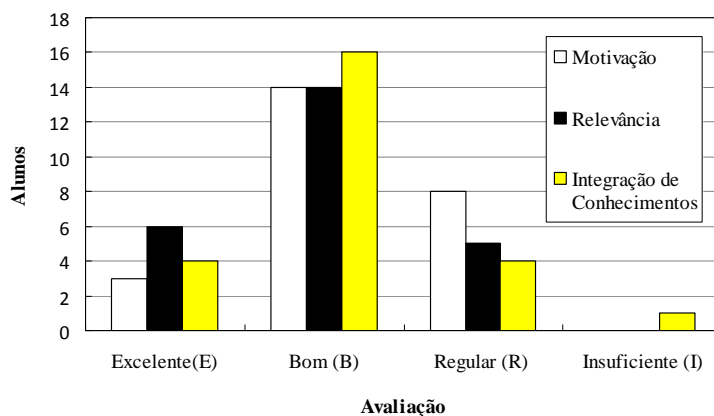


Figura 2 – Aspectos relevantes a PBL

A segunda avaliação, questionário final de avaliação da disciplina/método instrucional, de caráter qualitativo, revelou que nem todos os objetivos foram alcançados por falta de tempo adequado para os estudos e compreensão, visto que a PBL foi aplicada simultaneamente com o ensino tradicional. Contudo, os alunos observaram que a PBL favoreceu o trabalho em equipe e o aumento das relações aluno-aluno e aluno-tutor. Avaliaram como positivo a atualização do conteúdo, a interdisciplinaridade provocada, o estímulo ao aprendizado autônomo e principalmente a visão da aplicabilidade da disciplina na vida profissional.

Foram destacados pelos alunos como pontos negativos: o tempo insuficiente, agravado pela aplicação simultânea da PBL e do ensino tradicional; e o pouco comprometimento de alguns alunos frente aos problemas expostos. Foram ainda sugeridas adaptações visando solucionar o lado negativo do PBL, como o aumento da carga horária e aplicação de novos problemas (casos) que tenham relação direta com o conteúdo arbóreo.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A PBL atingiu seu objetivo e promoveu a interdisciplinaridade, a consolidação dos conhecimentos curriculares e de formar profissionais capazes de solucionar problemas e aptos a enfrentar situações de mudanças. Constatou-se também que a PBL enfrentou dois problemas nítidos. Primeiramente, ela se deparou com a sobrecarga a qual o aluno é exposto quando da utilização da metodologia tradicional (conteúdo “arbóreo”) e da PBL na sua forma integral simultaneamente. A segunda problemática, com um grau de complexidade superior, refere-se à falta de maturidade encontrada em muitos alunos. Imaturidade relacionada ao entendimento de que o conhecimento ao ser adquirido não tem como objetivo o alcance de notas satisfatórias para a aprovação e sim o objetivo de se tornar um profissional qualificado e capaz.

Por fim, pode se afirmar que a PBL é uma metodologia de ensino que favorece a diminuição do índice de reprovação em disciplinas de formação básica do curso de Engenharia Elétrica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface – Comunicação, Saúde, Educação**. Londrina, v.2, n.2, p. 139-154, 1998.

BORGES, M. R. **Comparação entre os Frameworks de Conferência Centralizada e Distribuída no Ambiente de uma Operadora de Telecomunicações**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília.

COMISSÃO. **Relatório de Trabalho da Comissão instituída pelo Conselho Universitário para discutir e apresentar uma proposta para o REUNI/UFG**. Data do documento: agosto de 2007. Disponível em: <http://www.ufg.br/uploads/files/Reuni-relatorio-2.pdf>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

COSTA, J. C. P.; MARCONDES, C. A. C.; NAUMANN, C. M.; RIBEIRO, B. F.; RODRIGUES, P. H. A. Implementação de ambiente heterogêneo de telefonia IP. **Boletim Bimestral sobre Tecnologia de Redes**. Brasília, v. 5, n. 4, 2001.

DECRETO. **DECRETO Nº. 6.096**. Data do documento: 24 de Abril de 2007. Disponível em: <http://200.156.25.73/reuni/D6096.html>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

DEUS JÚNIOR, G. A. DE; CAMPOS, A. L. G.; PINHEIRO JÚNIOR, C. G. As Contribuições da Escola de Engenharia Elétrica e de Computação no uso de Videoconferência na Universidade Federal de Goiás. In: COBENGE 2007, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UNICENP, 2007.

DIRETRIZES. **Diretrizes Gerais – REUNI/MEC**. Data do documento: agosto de 2007. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/diretrizesreuni.pdf>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

EDITAL. **Edital n.º 001/2008/DAA/PROGRAD**. Data do documento: 09 de fevereiro de 2008. Disponível em: <http://www.ufg.br/uploads/files/Edital-Portador-de-Diploma.pdf>. Acessado em: 10 de abril de 2008.

GONÇALVES, C. Jr.; PAMPLONA, E. O. Uma comparação prática entre a aplicação dos modelos VPL-WACC e APV na avaliação de investimentos. In: X SIMPEP, 2003, Bauru.

LEOPOLDINO, G. M.; MEDEIROS, R. C. M. H.323: Um padrão para sistemas de comunicação multimídia baseado em pacotes. **Boletim Bimestral sobre Tecnologia de Redes**. Brasília, v. 5, n. 6, 2001.

NAPPI, J. W. R. **Voz, Professor e Conhecimento: Interações em Movimento na Sala de Aula. Lugares, Sujeitos e Conhecimentos – A prática Docente Universitária**. Florianópolis: UFSC, p. 151-172, 2008.

OFICINA. **I Oficina - Alternativas Pedagógicas para Inovação Curricular**. Disponível em: <http://www.prograd.ufg.br/page.php?informativo=5510>. Acessado em: 24 de junho de 2008.

PORTARIA. **Portaria Normativa Interministerial Nº. 22**. Data do documento: 20 de abril de 2007. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/professor_equivalente.pdf. Acessado em: 10 de abril de 2008.

PROGRAD. **Sítio da Pró-Reitoria de Graduação da Universidade Federal de Goiás**. Disponível em: http://www.prograd.ufg.br/page.php?menu_id=1359&pos=dir. Acessado em: 10 de abril de 2008.

RIBEIRO, L. R. de C. **A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL): Uma Implementação na Educação em Engenharia na Voz dos Atores**. 2005. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Educação e Ciências Humanas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

SANTOS, A. O que é Transdisciplinaridade. **Periódico Rural Semanal**. Rio de Janeiro, semana 22/28 de agosto de 2005.

SOARES, E. M. S.; LIMA, I. G., SAUER, L. Z. Professor de Engenharia: Desafios e Possibilidades de Atuação Diante das Necessidades Contemporâneas. **Novos Paradigmas na Educação em Engenharia**. Curitiba: ABGENGE/Unicenp, p. 85-90, 2007.

TAVARES, M. DAS G. M. Evasão na Educação Superior – Política e Alternativas Pedagógicas para Promover a Permanência. **forGRAD em Revista**. Santa Catarina, n. 3, p. 48-53, 2008.

TURNER, C. S. *Johnson-Nyquist Noise*. **Wireless Systems Engineering**. v 1.5, 2007.

PROBLEM BASED LEARNING IN PART OF A DISCIPLINE OF BASIC TRAINING COURSE OF ELECTRICAL ENGINEERING

Abstract: *The Decree 6.096/2007 presents two great goals to be reached by the Federal Universities in the Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI). The medium conclusion rate of present Graduation courses (TCG) must be raised up to 90% and the relation of graduate students in present courses by professor must be raised up to 18, at the of five years. The concepts involving scholar disapproval, retention and evasion are presented and must be considered for reaching the REUNI goals. Some possibilities and challenges about the university teaching practice were presented as a matter of contribution to the development of a differentiated training and a conquest of the “learning and learning” concept. The Problem Based Learning (PBL) methodology is presented as a pedagogical alternative to promote the student permanence. The application of the PBL method in some part of a discipline of basic training in Electrical Engineering in EEEEC/UFMG was realized as an attempt of involvement of the actors of the teaching-learning process, as a matter of contribution of the indicators growth, as well as improving the individual and professional training. The results were satisfactory and lead to the use of PBL in a greater set of disciplines in the future.*

Key-words: *PBL, Problem Based Learning, Telecommunications Theory.*