

APLICAÇÃO DO MÉTODO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

David Moises Barreto dos Santos – davidmbs@uefs.br

Gabriela Ribeiro Peixoto Rezende Pinto – gabrielarprp@gmail.com

Claudia Pinto Pereira Sena – claudiap@uefs.br

Fabiana Cristina Bertoni – fcbertoni@gmail.com

Roberto Almeida Bittencourt – roberto@uefs.br

Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Departamento de Ciências Exatas
Km 03, BR-116 Campus Universitário – 44.031-460 – Feira de Santana – BA – Brasil

***Resumo:** Este artigo tem por objetivo apresentar os fundamentos do método de Aprendizagem Baseada em Problemas, bem como relatar a experiência de sua aplicação no currículo do curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana, Bahia, evidenciando os aspectos positivos do método, assim como questões e dificuldades encontradas no decorrer de sua aplicação. Alguns dos benefícios que vêm sendo observados são a interação entre teoria e prática e um desenvolvimento de habilidades como expressão oral e escrita. Em um ambiente de Aprendizado Baseado em Problemas, os estudantes trabalham em grupo, tendo a oportunidade de decidirem o que necessitam aprender para resolverem problemas do mundo real. Dentre os atuais desafios estão a falta de uniformidade de aplicação do método, uma vez que envolve uma série de tutores, e os aspectos subjetivos da avaliação. Estas questões são apresentadas e discutidas no decorrer do artigo.*

***Palavras-chave:** Engenharia de Computação, Método de Aprendizagem, Aprendizado Baseado em Problemas.*

1 INTRODUÇÃO

Inúmeros debates foram iniciados, no final do século XX, sobre o perfil do engenheiro do século XXI (ABENGE, 1991). Entre várias preocupações, sobressaía a seguinte: que competências, habilidades e atitudes um engenheiro deveria possuir para poder exercer adequadamente sua prática profissional? No Brasil, estes debates foram fortalecidos pela iniciativa do Ministério da Educação - MEC - de reformular as diretrizes curriculares dos cursos de graduação (MEC, 1997). No caso da engenharia, o debate envolvendo a Associação Brasileira de Ensino de Engenharia - ABENGE, o sistema CREA/CONFEA de regulamentação e fiscalização das atividades dos profissionais de engenharia, as instituições de ensino superior e a Comissão de Especialistas de Ensino de Engenharia do MEC –

CEEEng/MEC - resultou na aprovação pelo Conselho Nacional de Educação – CNE – da resolução 11/2002, que “Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia” (CNE, 2002).

Uma série de competências gerais foi elencada nos incisos do artigo quarto da resolução 11/2002, dentre as quais realçamos as seguintes: “V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia”; “VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica”; “IX - atuar em equipes multidisciplinares” e “XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional” (CNE, 2002). Ocorre que, durante a formação dos engenheiros, é necessário propor atividades de aprendizagem em que estas competências sejam paulatinamente estabelecidas. Isto não costuma ocorrer, ao menos em sua plenitude, em cursos que, segundo a própria ABENGE, são “baseados em conhecimento, com enfoque no conteúdo e centrado no professor” (ABENGE, 1991). Faz-se necessária, portanto, uma mudança nos métodos de ensino e aprendizagem que permita desenvolver as competências listadas acima. Métodos que criem espaços para aprender fazendo, aprender a aprender, trabalhar em equipes autênticas e refletir sobre o aprendizado através de comunicação oral e escrita, são especialmente desejadas.

Neste sentido, uma possível solução é a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – *Problem Based Learning*), que é uma estratégia educacional, centrada no aluno, que o ajuda a desenvolver o raciocínio e a comunicação. O aluno é, constantemente, estimulado a aprender e a fazer parte do processo de construção do aprendizado (DELISLE, 1997; BOUD & FELETTI, 1998; DUCH *et al.*, 2001).

O PBL teve seu início em 1970, na escola médica de McMaster, no Canadá. Em seguida, outras escolas médicas também o adotaram em seu currículo, a exemplo de Maastricht, na Holanda, e Albuquerque, Harvard e Havaí, nos Estados Unidos. Algumas universidades pelo mundo estão implantando o PBL em seus currículos, dentre elas, as universidades de SamFord¹, Stanford e Illinois Math and Science Academy². Outras escolas da área de saúde, como Enfermagem, Fisioterapia, Veterinária e Odontologia têm adotado o método com sucesso. Mais recentemente, escolas das áreas sociais aplicadas, tais como a Faculdade de Economia da Universidade de Maastricht, e algumas escolas de Engenharia dos Estados Unidos, têm demonstrando que o método não é uma particularidade do ensino da medicina, mas é aplicável ao ensino de qualquer ramo de conhecimento³.

No Brasil, algumas Universidades estão adotando o PBL em seus currículos. Na área de Medicina, a Faculdade de Marília e a Universidade Estadual de Londrina foram pioneiras na implantação do PBL como método do ensino médico. No primeiro semestre de 2003, a Universidade Estadual de Feira de Santana inaugurou dois novos cursos, o de Engenharia de Computação e o de Medicina, que também adotaram o método em seus currículos.

Embora não tenhamos encontrado registros sobre outros cursos de Engenharia de Computação, ou apenas Computação, no Brasil que adotem em seu currículo o método PBL, já há indícios de estudos e inquietações em relação a isto (DUTRA, 2002; RIBEIRO *et al.*, 2004). Mesmo internacionalmente, existem poucos cursos de computação que aplicam o método PBL ao longo do currículo, e muitos deles são casos pontuais, aplicados apenas a algumas disciplinas, devido ao esforço pessoal de professores (BEAUMONT *et al.*, 2004).

Diante deste contexto, o método PBL vem se firmando, nas últimas décadas, como uma das mais importantes inovações no campo da educação dos profissionais de saúde e de outros domínios de conhecimento que os têm adotado, tornando-se, em diversos países, um poderoso instrumento para a reflexão e questionamento a cerca da razão de ser, das finalidades da

¹ Disponível em: <http://www.samford.edu/ctls/problem_based_learning.html>. Acesso em 10 de mar. de 2007.

² Disponível em: <<http://www2.imsa.edu/programs/pbln/>>. Acesso em 10 de mar. de 2007.

³ Disponível em: <<http://www.uel.br/ccs/pbl/geral.htm>>. Acesso em 15 de jan. de 2003.

formação profissional e das mudanças que a ela devem ser imprimidas (BOUD & FELETTI, 1998).

A prática do PBL leva os estudantes a experimentarem também incertezas, como por exemplo, sobre o quê e quanto estudar. Ao trabalhar essas incertezas eles desenvolvem uma maior tolerância, que os torna menos avessos àquelas percebidas em outros ambientes. Essa condição de incerteza deve levar à reflexão e busca de conhecimento para a tomada de decisão (BALLESTER *et al.*, 2000).

Outras características permeiam o método PBL:

- o estudante organiza o seu tempo e busca oportunidades para aprender;
- o estudante é constantemente avaliado em relação ao seu conhecimento cognitivo e ao desenvolvimento de habilidades e atitudes necessárias à profissão;
- a assistência ao estudante é individualizada, de modo a possibilitar que ele discuta suas dificuldades com profissionais envolvidos com o gerenciamento do currículo e outros, quando necessário;
- há uma mudança no papel do professor que deixa de ser o transmissor do saber e passa a ser um motivador e orientador do estudante na descoberta do conhecimento.

Neste contexto, a principal contribuição deste artigo consiste em relatar a experiência da aplicação deste método de aprendizagem no curso de Engenharia de Computação na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), em Feira de Santana - Bahia.

2 APLICAÇÃO DO MÉTODO AO LONGO DO CURRÍCULO DO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO

A decisão pela adoção de PBL no currículo do curso de Engenharia de Computação na Universidade Estadual de Feira de Santana ocorreu durante a elaboração do projeto, tomando-a como um dos possíveis métodos a serem utilizados no curso que reforçassem a interação entre teoria e prática através de um ciclo de situação-fundamentação-realização (BITTENCOURT *et al.*, 2002).

No ciclo situação-fundamentação-realização, na fase inicial de situação, o aprendiz conhece os problemas em sua face real e visível e mantém contato com os fenômenos e objetos motivadores de estudo. A segunda fase é a fundamentação em termos da aquisição de estruturas teóricas necessárias à resolução dos problemas previamente conhecidos na fase de situação. Diferente do ciclo convencional de ensino, onde se aprende primeiro a solução do problema para depois se aprender o problema, aqui o estudante já iniciou uma reflexão crítica sobre os problemas em questão, além de estar motivado para adquirir a base teórica que lhe falta para compreendê-los melhor. Por fim, retorna-se à prática, agora renovada através de fundamentos teóricos que permitirão ao aprendiz avançar na compreensão da realidade em questão. A realização de soluções para os problemas estudados anteriormente sedimenta definitivamente a compreensão do assunto. Tais realizações vêm necessariamente na forma de projetos, atividades práticas, vivências, onde se espera um esforço muito maior por parte do aluno que do professor.

Ao analisar diversos métodos de aprendizagem ativa, verificamos que o método PBL seria um excelente candidato para aplicação do ciclo de situação-fundamentação-realização no contexto de um componente curricular de duração semestral. Outros métodos que implementam este ciclo tais como aprendizagem por projetos e estudo independente (MCKEACHIE, 1999) são também utilizadas em outros componentes curriculares do curso (respectivamente, projetos anuais e trabalho de conclusão de curso) para desenvolver as competências do engenheiro.

Outra característica marcante do currículo do curso é a sua flexibilidade, como pode ser constatado em (BITTENCOURT & FIGUEIREDO, 2003). Um de seus eixos principais é o

estudo integrado temático que faz com que módulos (em nosso curso de Engenharia de Computação, as disciplinas passam a ser chamadas de módulos) que possuam elos sejam agrupados em um mesmo período letivo, compartilhando trabalhos, desafios e oportunidades de aprendizado. Assim, pode-se, por exemplo, trabalhar os tópicos do conteúdo programático dos módulos análise e projeto de sistemas e engenharia de software relacionando-os.

No currículo do curso há oito componentes de estudos integrados temáticos, distribuídos ao longo de cada semestre. São eles: Introdução ao Hardware (Circuitos Digitais e Introdução aos Sistemas de Computação), Sistemas Digitais (Arquitetura de Computadores e Arquitetura de Computadores Avançada), Circuitos Eletrônicos (Circuitos Elétricos e Eletrônica Geral), Programação (Programação Orientada a Objetos, Estrutura de Dados e Estruturas Discretas), Concorrência e Conectividade (Sistemas Operacionais e Redes de Computadores), Engenharia de Software (Análise de Sistemas, Engenharia de Software e Banco de Dados), Sinais e Sistemas Digitais e Analógicos (Métodos Numéricos, Eletrônica Digital e Sinais e Sistemas), Linguagens de Programação (Linguagens Formais e Autômatos, Compiladores e Conceitos de Linguagens de Programação). Além destes estudos integrados, que adotam PBL como método central, alguns módulos isolados como Algoritmos e Programação I e Análise e Projeto de Algoritmos também o fazem.

Os demais componentes curriculares, que não fazem parte de nenhum estudo integrado, podem ou não seguir o método PBL, sendo uma opção do professor. Isto ocorre porque o curso conta com a participação de professores da instituição de outros cursos, que lecionam disciplinas em Engenharia de Computação tais como Matemática, Física, Psicologia.

Para uma melhor compreensão sobre o método PBL e sua aplicação ao longo do Curso, entendemos como importante descrever um pouco mais sobre os atores envolvidos durante todo o processo de aprendizagem, assim como aspectos relacionados aos problemas elaborados, à sistematização do método e ao processo de avaliação.

2.1 Atores

O método PBL envolve alguns atores, dentre os quais estão o tutor, o aluno, o consultor e o conferencista.

O tutor é um docente que atua como facilitador do aprendizado durante as discussões que ocorrem entre alunos em busca da solução do problema, denominada sessão tutorial. Para ser tutor, o docente terá que ter frequentado um treinamento específico para esta função. As principais atividades de um tutor são: (1) promover a uniformidade da discussão entre os alunos; (2) formular questões apropriadas para que os alunos enriqueçam suas discussões, quando apropriado (o tutor deve ser um guia, um facilitador na busca do aprendizado e não uma fonte de informações); (3) favorecer o bom relacionamento dos alunos entre si e com o tutor, ajudando a construir um ambiente de confiança para o aprendizado.

Os alunos, além de participarem da discussão, também assumem papéis durante a sessão tutorial, os quais são definidos no início da dinâmica. São eles: secretário de quadro, secretário de mesa⁴ e coordenador. O primeiro tem como função anotar, no quadro disponível, todas as informações geradas ao longo da discussão. Ele deve ser imparcial nesta tarefa, não privilegiando suas idéias ou de alguns colegas no momento das anotações. Já a atividade delegada ao secretário de mesa é passar as anotações do quadro para o papel, no intuito de registrar a discussão e, em seguida, disponibilizá-las digitalmente. Estas informações podem ser usadas mais tarde pelos membros do grupo como material auxiliar durante a resolução do

⁴ No método PBL não existe a função do secretário de mesa, porém, na prática do curso de Engenharia de Computação observou-se a necessidade de ter um aluno colaborando com o secretário de quadro.

problema. O aluno que assume o papel de coordenador é responsável por: (1) orientar o grupo a seguir a metodologia da discussão, que será apresentada na seção 2.3; (2) estimular a participação de todos, impedindo a monopolização das discussões entre alguns membros do grupo; (3) apoiar as atividades do secretário. Vale ressaltar que os membros do grupo devem se revezar nestes papéis, sendo que a redistribuição dos papéis ocorre em cada sessão tutorial.

O consultor é um especialista nos temas relacionados ao problema discutido em sessão PBL. O consultor tem por função orientar os alunos e esclarecer possíveis dúvidas. O conferencista também é um especialista nos temas relacionados ao problema discutido em sessão PBL, e tem por função participar das sessões teóricas, realizando palestras, debates etc.

Tanto o tutor quanto o consultor são professores da instituição. O mesmo não ocorre para o conferencista, que pode ou não ser professor da instituição.

O grupo formado por tutores e alunos para a discussão de um problema é chamado de grupo tutorial. Segundo Woods (1996), um grupo tutorial deve conter no máximo dez estudantes para um melhor aproveitamento. Por isso, a turma, que geralmente varia entre 20 e 40 alunos, é dividida de 2 a 5 grupos, dependendo do número de alunos e da quantidade de tutores. Quando não há um número suficiente de tutores, aqueles que estiverem disponíveis podem atuar como tutores flutuantes (DUCH *et al.*, 2001), dedicando um período de tempo em cada grupo formado.

Após a formação dos grupos tutoriais, pode-se dar início à realização da sessão tutorial, que se inicia com a distribuição de um problema.

2.2 Problema

O problema é um dos elementos centrais do método PBL, sendo proposto para o desenvolvimento dos estudos sobre um ou mais componentes curriculares. No PBL, os problemas são apresentados para motivar o aprendizado de conceitos, e aqueles devem sempre estar relacionados a problemas reais. Assim, os alunos realizam uma simulação prática do que terão que fazer fora do ambiente acadêmico, propondo, planejando e executando soluções. O formato de um problema apresentado aos alunos pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Formato de um problema apresentado.

<p>Tema: Vetores e matrizes, filas, estruturas (<i>structs</i>) e ponteiros.</p> <p>Objetivos de aprendizagem: Compreender o uso de vetores/matrizes em linguagens imperativas, especificamente na linguagem de programação C; Compreender e utilizar os conceitos de fila; Utilizar a noção de ponteiros para manipular dados; Projetar funções que solucionem o problema; Utilizar os conceitos de modularização de programas; Utilizar estruturas de registro; Utilizar arquivos.</p> <p>Problema</p> <p>A administração de uma prestadora de serviços para universidades e faculdades não anda muito satisfeita com os atendimentos que são oferecidos aos seus clientes. Os serviços, além de não serem atendidos num tempo satisfatório, acabam sendo privilegiados em detrimentos a outros, sem obedecer a uma ordem ou critério de atendimento específico.</p> <p>Em função deste problema, a administração resolveu solicitar dos alunos da disciplina de Algoritmos e Programação, do curso de Engenharia de Computação, o desenvolvimento de um programa que resolvesse ou, pelo menos, diminuísse este problema de privilégios de atendimento. Eles prestam os seguintes serviços: manutenção de ar condicionado, troca de quadros brancos ou de giz, manutenção de retro-projetor, serviço elétrico e manutenção da linha telefônica.</p> <p>Bem... a administração deseja, portanto, que, a medida que as solicitações cheguem, elas sejam agrupadas por categoria (ou seja, por tipo de serviço prestado. Todos aqueles que são de manutenção de ar condicionado ficarão juntos, todos de serviços elétricos e assim por diante). Dentro de cada grupo, cada novo serviço solicitado será colocado em uma fila de espera; isto significa que cada novo serviço só será atendido se o anterior for primeiramente resolvido. Atualmente, cada serviço é atendido em média em dois dias, caso não haja nenhum outro anterior. Por exemplo, se</p>
--

existirem na fila de manutenção de ar condicionado três solicitações, a última poderá ser atendida em até 6 dias (3ª posição x 2 dias).

As solicitações são recebidas por meio de arquivos eletrônicos, constando o nome do setor, nome do requisitante e o tipo do serviço solicitado. Para cada serviço solicitado, o sistema deve gerar um número para o pedido, que deverá ser guardado para posterior consulta.

Além destas funções, o sistema deverá permitir:

- Ler os arquivos de solicitação de um determinado diretório ou pasta, ou permitir incluir as solicitações manualmente;

- Gerar um número para o pedido e incluí-lo juntamente aos outros dados na fila em questão;

- Consultar posteriormente sobre o prazo de atendimento do serviço, ou seja, um setor que enviou uma solicitação deseja saber ainda por quanto tempo vai esperar para ser atendido. Neste caso, ele informa o número do pedido e o tipo de serviço solicitado. Desta forma, o sistema percorre a fila correspondente ao serviço para verificar a posição daquele pedido, e calcula 2 dias para cada um dos serviços da fila.

- Simular o atendimento de um serviço. Isto significa que, uma vez atendido o pedido, ele sai da fila.

Produto

Você deve fazer um projeto em linguagem C com os módulos necessários e suas funções associadas para fazer o sistema funcionar adequadamente. Seu programa deve estar organizado legivelmente (e.g.: escolha adequada dos nomes de variáveis, indentação do código, etc.) e deve estar adequadamente comentado (entre outros aspectos, deve incluir os objetivos de cada função ou procedimento, o papel de cada parâmetro de entrada e/ou de saída, além de comentários no corpo das sub-rotinas, explicando como cada bloco funciona), de modo que outro programador possa ler o seu programa e compreender com facilidade o que ele faz, como ele funciona, qual o papel de cada bloco, qual a função de cada variável, dentre outros aspectos

Além disso, você deve escrever um relatório técnico, no formato ABNT, contendo a apresentação do problema, a descrição de sua solução, a discussão dos resultados e conclusões. Lembrando que todas as fontes de pesquisas utilizadas devem estar citadas no relatório, sendo **completamente desnecessária** sua reprodução. Seu relatório deve ser entregue, impreterivelmente, até o dia 12/06, anexando os arquivos-fonte (arquivos de cabeçalho .h, arquivos de código .c e arquivos de texto ou binários compactados num único arquivo .zip) no site do módulo de Algoritmos e Programação I (Veja <http://www2.uefs.br/moodle>). A apresentação para o tutor deve ser realizada no dia 13/06.

Recursos para Aprendizagem

SCHILDT, H. **C Completo e Total**. 3. Ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

KERNIGHAN, B. W., RITCHIE, D. M. **C: A Linguagem de Programação padrão ANSI**. Ed. Campus, 1990.

MIZRAHI, V. V. **Treinamento em Linguagem C** : Módulo 1. São Paulo : Makron Books, 1990.

MIZRAHI, V. V. **Treinamento em Linguagem C** : Módulo 2. São Paulo : Makron Books, 1990.

MANZANO, J. A. N. G., OLIVEIRA, J. F. **Algoritmos** : Lógica para Desenvolvimento de Programação. São Paulo: Érica, 1996.

MANZANO, J. A. N. G. **Estudo Dirigido de Linguagem C**. São Paulo: Érica: 1997.

FORBELLONE, A. V. L., EBERSPACHER, H. F. **Lógica de Programação** : A Construção de Algoritmos e Estrutura de Dados. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

FARRER, H., et al. **Algoritmos Estruturados**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1999.

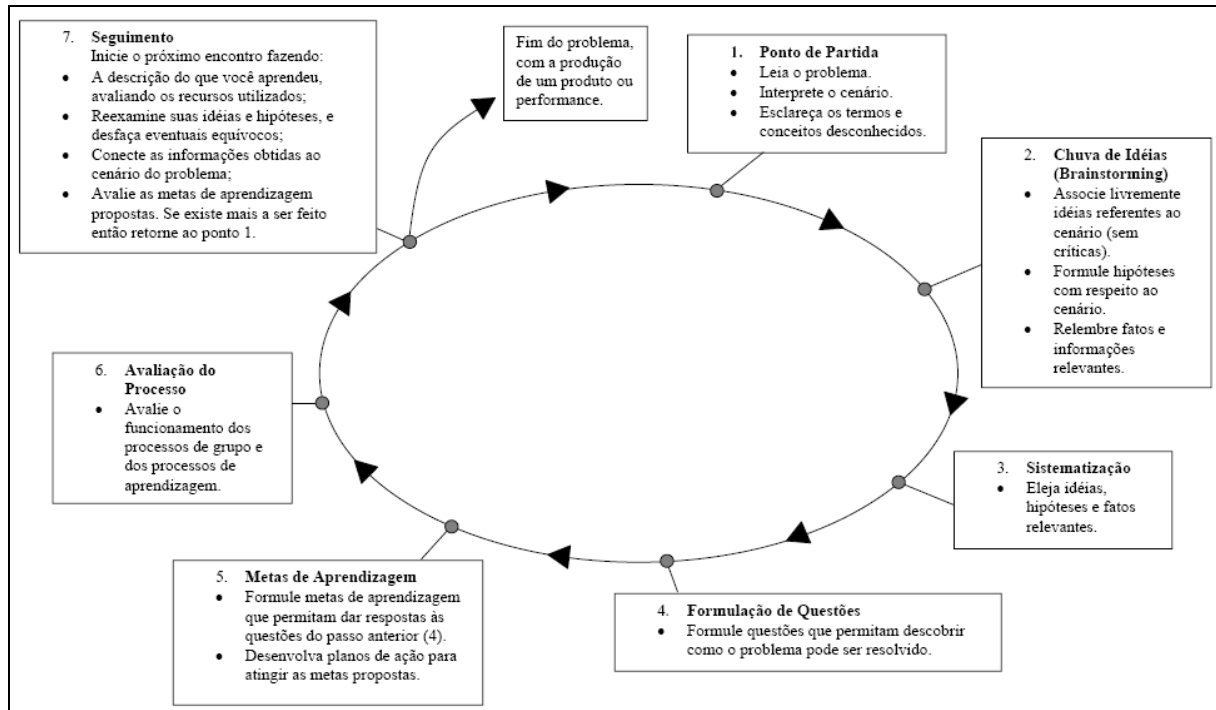
Inicialmente, é indicado o tema bem como objetivos de aprendizagem, isto é, o que se espera que os estudantes aprendam com o problema. Em seguida, é dada a descrição do problema propriamente dito. A seção produto aponta o que deve ser entregue como resultado da solução do problema, que neste caso consta de um relatório mais um código-fonte. Os resultados dos problemas também podem ter outros formatos como seminários, artigos, entre outros. Por fim, são recomendados alguns recursos através dos quais os estudantes poderão adquirir conhecimento a respeito do tema trabalhado. Questões importantes sobre como elaborar bem um problema podem ser encontradas em (DESLILE, 1997; DUCH *et al.*, 2001).

Após a distribuição do problema pelo tutor, inicia-se entre os alunos a discussão em busca da sua resolução; esta discussão é orientada pelos passos previstos no ciclo PBL que serão descritos a seguir.

2.3 O ciclo PBL

A dinâmica da sessão tutorial, baseada em Delisle (1997), respeita os passos mostrados na Figura 2, que estão descritos a seguir:

Figura 2 – Passos da discussão de uma sessão tutorial.



1. **Ponto de Partida:** o problema é apresentado aos alunos, e então lido e interpretado. Os termos e conceitos não conhecidos podem ser esclarecidos por aqueles membros que conhecem algo sobre o assunto; caso ninguém tenha conhecimento prévio, o assunto pode ser colocado como uma questão para ser respondida na próxima seção tutorial;

2. *brainstorming*: após esta etapa inicial, idéias são associadas livremente ao problema. Como o aluno ainda não tem acesso ao novo conhecimento necessário a solução do problema, então é importante que as idéias não sejam descartadas sob pena de perder boas contribuições ou desestimular algum aluno mais tímido. É importante ainda formular hipóteses e relembrar fatos e/ou informações relevantes que possam ajudar na solução;

3. *sistematização*: nesta etapa, os alunos elegem as idéias, hipóteses e fatos mais relevantes, agrupam aquelas em comum, enfim, sistematizam as idéias expostas até então;

4. *formulação de questões*: uma vez organizadas as idéias, é hora de elaborar outras questões, desta vez, com vistas a guiar até a solução do problema;

5. *metas de aprendizagem*: neste momento, os alunos estabelecem metas de aprendizagem, que permitam responder as questões levantadas. Para tanto, é necessário também desenvolver um plano de ação para atingir as metas traçadas;

6. *avaliação do processo*: esta etapa é essencial para investigar o quão proveitoso está sendo o andamento deste ciclo ao longo da resolução do problema. Aqui são levantados os aspectos que podem estar dificultando o progresso do grupo, os quais variam desde o desempenho de algum membro do grupo até o desempenho do próprio tutor;

7. *Seguimento*: na seção tutorial seguinte, após os alunos completarem suas tarefas extra-classe, de acordo as metas definidas, o problema é revisitado, reexaminando as idéias anteriores e desfazendo eventuais equívocos. Em seguida, com posse das novas informações,

a discussão é retomada a partir do passo 2. Todo este ciclo é repetido até a última seção tutorial destinada à solução do problema.

Vale ressaltar que, os atores de uma sessão tutorial envolvidos no curso aplicado (i.e. tutores e alunos) observaram que é comum, durante o processo de discussão do problema, alterar-se a ordem dos passos que estão previstos no ciclo. Por exemplo, é possível que ao longo da sistematização (passo 3) algum membro do grupo levante alguma questão relevante devendo, então, ser considerada de imediato (passo 4). Em seguida, a sistematização continua da mesma forma como estava ocorrendo.

Ademais, acredita-se que fatores como a criatividade de cada participante e a necessidade de expressá-la em seu tempo favorecem, em alguns momentos, a referida quebra do seguimento do ciclo conforme previsto. Portanto, recomenda-se considerar o inesperado, pois se percebe que fenômenos que levam a uma aprendizagem mais construtiva e agradável podem ocorrer de maneira imprevisível durante o processo de construção do conhecimento coletivamente.

Como mencionado anteriormente, quando o problema é solucionado, o produto resultante, elaborado pelos alunos, é entregue ao tutor. Este, por sua vez, realiza a correção em busca de avaliar o aprendizado. Mais detalhes do sistema de avaliação são descritos a seguir.

2.4 O processo de avaliação no método PBL

A avaliação de alunos no contexto do grupo tutorial possui considerável relevância e normalmente é realizada de forma processual, recorrendo-se aos diversos tipos de avaliação: (1) **avaliação diagnóstica** - determina o desempenho do aluno no início do processo educacional; (2) **avaliação formativa** - monitora o progresso da aprendizagem, e tem como propósito prover *feedback* ou retorno contínuo tanto para o aluno quanto para o tutor, com respeito a sucessos e falhas na aprendizagem; (3) **avaliação somativa ou certificativa** - é desenhada para determinar a extensão do processo para atingir os objetivos de aprendizagem e é usada primariamente na obtenção de graus ou notas ou para certificação do conhecimento do aluno no desfecho de aprendizagem desejado. As técnicas utilizadas para avaliação somativa são determinadas pelos objetivos de aprendizagem, incluindo testes de aquisição de conhecimentos, escalas de medição de desempenho, como por exemplo a prática de exame físico, e avaliações dos produtos resultantes do processo educacional, como relatórios, projetos, diários reflexivos e elaboração de programas (ARAUJO & CHADWICK, 2001).

Mamede e Penafort (2001) apresentam, de modo específico, quatro componentes de um processo de avaliação de alunos em grupos tutoriais, que se relacionam com as categorias supracitadas:

1. Avaliação da base de conhecimentos: através do processo de discussão de um problema, há a elaboração de novos conhecimentos com base nos conhecimentos prévios dos estudos, a partir da identificação de necessidades de aprendizagem pelo grupo. Além das estratégias de avaliação já descritas, determinados processos intrínsecos ao grupo podem ser considerados. O tutor pode atuar como um avaliador da base de conhecimentos dos participantes, individualmente, e do grupo como um todo. Alguns parâmetros que instrumentalizam o tutor nesta tarefa podem ser suas impressões sobre o preparo dos alunos para as sessões tutoriais, incluindo a elaboração de questões relevantes, a provisão de evidências do esforço na identificação de material bibliográfico relevante e a apresentação de construtos sintéticos do material estudado. Outra estratégia de avaliação é a própria apreciação do aluno acerca do seu esforço frente à necessidade de aprendizagem. A identificação pelo próprio aluno de lacunas na sua base de conhecimentos potencializa o resultado final da experiência de aprendizagem em PBL;

2. Processo de raciocínio: não apenas o resultado final do processo de aprendizagem (“a aquisição do conhecimento”), mas também o raciocínio e elaboração desses conhecimentos são alvos de interesse da avaliação do aluno. O tutor pode explorar a capacidade do aluno em embasar os seus conceitos e definições com raciocínio e evidências. Esta sistemática de “raciocínio baseado em evidências” pode ser avaliada a partir de demonstrações, por parte do aluno, da habilidade em reconhecer os limites de seu próprio conhecimento pela definição dos objetivos de aprendizagem, do questionamento sobre os aspectos discutidos e da conexão entre as hipóteses geradas durante a discussão e o trabalho sobre os recursos de aprendizagem identificados. Este processo de resposta à incerteza (identificação do problema, formulação de hipóteses, teste das hipóteses e reavaliação das hipóteses utilizando os recursos) é crítico em PBL e, conseqüentemente, sua avaliação é imprescindível;

3. Avaliação das habilidades de comunicação: muitas vezes consideradas como um ponto forte em PBL, as habilidades do aluno em estabelecer um processo efetivo de comunicação dentro do grupo não gozam do mesmo prestígio em relação à avaliação, quando comparadas com os aspectos cognitivos. As habilidades do aluno em ouvir criticamente os colegas, demonstrar interesse e responsabilidade em auxiliar colegas sem exercer domínios, apresentar suas idéias de forma lógica, concisa e ordenada, inclusive utilizando recursos (gráficos, transparências, imagens etc.), ao mesmo tempo em que estas são questionadas dentro do grupo tutorial, devem também ser apropriadamente avaliadas;

4. Avaliação das habilidades de avaliação: como desfecho do ciclo avaliativo em PBL, a própria capacidade de avaliação do aluno deve ser demonstrada e avaliada. A habilidade do aluno em se engajar no processo de auto-avaliação, avaliação de seus pares e do grupo, a abertura às críticas e a incorporação do feedback obtido em seu comportamento no grupo são alguns elementos.

No curso de Engenharia de Computação da UEFS, geralmente a avaliação em cada problema é composta do desempenho individual e coletivo do aluno em cada sessão tutorial, considerando-se os componentes supracitados, e a qualidade do produto final (solução) entregue, que normalmente é acompanhado de um relatório. Após a correção do relatório, as considerações feitas pelo tutor são discutidas em um encontro previamente agendado, chamado de “bate-bola”. Em seguida, o relatório é devolvido ao aluno para que ele realize as correções necessárias e o entregue novamente ao tutor para uma segunda apreciação. Verifica-se, portanto, que o processo de avaliação é contínuo, ocorrendo em todas as sessões tutoriais.

O tutor precisa observar, durante toda a sessão tutorial, a participação de cada aluno, seu esforço, questões relevantes levantadas por ele e fatos trazidos sobre o assunto tratado no problema, mediante o estudo de material bibliográfico. O processo de raciocínio é toda a elaboração do aluno sobre o problema em questão e seus avanços em relação à aquisição de conhecimento, correspondendo, portanto, a seu desenvolvimento cognitivo, ou seja, de onde saiu e até onde chegou.

Um dos grandes problemas relacionados à avaliação do desempenho do aluno está exatamente em transformar as observações do tutor, um tanto quanto subjetivas, em avaliação somativa, atribuindo uma nota a cada um dos alunos em cada uma das seções tutoriais. Para isso, alguns critérios são criados para nortear o processo avaliativo e torná-lo o mais justo e imparcial possível. Como exemplo de critérios, podem-se citar a pontualidade, o estudo prévio de material bibliográfico, criatividade, dentre outros.

Os critérios para a avaliação do relatório não são os mesmos daqueles utilizados para a avaliação do código-fonte. Como o método não faz nenhum tipo de previsão em relação a isto, até porque, para cada área, critérios diferentes são necessários, cada tutor estabelece seus próprios critérios. Essa falta de uniformidade gera, em alguns momentos, questionamentos por parte dos alunos.

O último momento avaliativo de um problema, o “bate-bola”, busca verificar se o aluno consegue explicar, oralmente, o seu produto (relatório e código-fonte, por exemplo), e fazer possíveis correções, quando necessárias.

2.5 Infra-estrutura

Para aplicar o método PBL, faz-se necessária a existência de salas adequadas para as reuniões dos grupos tutoriais. Cada uma destas é formada por uma mesa de reunião modulada (i.e. seis mesas trapezoidais que podem ser conjugadas em uma mesa de reunião), doze cadeiras, um quadro-branco e um ponto de rede. Atualmente, dispõe-se de 8 salas tutoriais, numa área total de 128 m² (8 salas de 16 m²). A Figura 3 apresenta uma foto ilustrativa de uma destas salas tutoriais. Já as aulas teóricas são ministradas em salas de aula tradicionais, disponíveis na universidade, as quais dispõem de carteiras estudantis e quadro-negro.

Figura 3 – Sala Tutorial.



Além disso, é desejável também uma infra-estrutura tecnológica; mais especificamente, um ambiente de aprendizagem que apóie o método PBL usado. No curso de Engenharia de Computação é usado o ambiente virtual *Moodle (Modular Object Oriented Distance Learning)*⁵, um sistema para gerenciamento de cursos (SGC) - um programa para computador destinado a auxiliar educadores a criar cursos *online* de qualidade. Para ter acesso a instância do *Moodle* disponível para o curso de Engenharia de Computação da UEFS basta acessar o site <<http://www2.uefs.br/moodle>>.

O acesso pode ser feito como visitante, ou como usuário cadastrado fornecendo *login* e senha. Após acessar o *Moodle*, como usuário cadastrado (aluno), é exibida uma tela listando todas as disciplinas nas quais o aluno está matriculado, com uma breve descrição de cada um dos componentes curriculares e os professores responsáveis pelos mesmos.

Cada componente curricular possui um ambiente próprio onde é possível verificar suas atividades, alunos cadastrados, tarefas pendentes, trocar informações entre os participantes através dos fóruns, postar material de aula. Além disso, é possível também publicar notícias e

⁵ Disponível em: <<http://moodle.org/>>. Acesso em 20 de mar. de 2007.

eventos, administrar a conta criada (senha, cancelamento da participação no componente), editar seu perfil enquanto participante, e buscar por palavras chaves dentro dos tópicos abordados no componente.

Por fim, o curso conta uma biblioteca, que além dos serviços tradicionais de empréstimo, renovação e reserva de livros, também tem um espaço dedicado aos cursos que utilizam o método PBL, chamado de Sala PBL. Este ambiente conta com um acervo próprio que não pode ser emprestado e, por isso, deve ser utilizado pelos estudantes para a resolução dos problemas.

3 DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados as possibilidades e os desafios que vêm sendo observados a partir da adoção do método PBL no curso de Engenharia de Computação da UEFS. Essa discussão está fundamentada por depoimentos de professores e alunos, que foram fornecidos em fóruns específicos para debater o tema, e em diários reflexivos, que foram elaborados pelos alunos durante o curso do componente curricular EXA 829 - Tópicos de Formação Humanística.

O ciclo PBL estimula o estudante a desenvolver uma série de competências, não apenas as de natureza técnica, resultantes da dinâmica envolvida em torno do problema. Inicialmente, pode-se citar aquelas que envolvem habilidades de relações inter-pessoais. Ao trabalhar em grupo, todos os membros colaboram na construção do novo conhecimento, necessário à resolução do problema. Para tanto, é necessário que o aluno além de emitir opiniões, saiba ouvi-las, e quando adversas, saiba respeitá-las também. Porém, para expressar opiniões, é preciso que o aluno tenha uma boa comunicação oral, e esta é outra habilidade trabalhada. Com as discussões e diálogos ocorridos durante o ciclo de resolução de um problema, é estimulada a melhoria da habilidade de explanação e argumentação do aluno, ou seja, da sua comunicação oral. Este perfil, motivado de forma sistemática pelo método PBL, é essencial para os profissionais de computação, uma vez que estes precisam constantemente se comunicar com clientes e outros profissionais e formar equipes de projeto e desenvolvimento.

Ao final de um ciclo PBL, quando o problema é solucionado, os alunos entregam o produto solicitado, que na maioria dos casos, trata-se de um relatório técnico descrevendo todo o processo de elaboração. Esta etapa proporciona ao aluno o aperfeiçoamento da sua escrita e de sua capacidade de síntese textual.

O método PBL requer ainda que estudantes sejam ativos, fazendo escolhas sobre como e o que eles deverão aprender. Isto envolve a busca, avaliação e uso de recursos de aprendizagem apropriados, além daqueles já indicados em sala de aula. Além disso, também exige uma reflexão crítica na concepção do novo conhecimento, que solucionará o problema proposto. Assim, os estudantes desenvolvem a habilidade de buscar e aplicar o conhecimento por si só, aprendem a aprender, e a construir o seu próprio conhecimento, exercitando assim o processo de autorização e a sua autonomia. Isso é fundamental na área de computação, onde novas tecnologias mudam constantemente a forma de trabalhar.

Outro ponto positivo, merecedor de destaque, é que os problemas estão relacionados a problemas reais. Deste modo, os alunos realizam uma simulação prática do que terão que fazer fora do ambiente acadêmico, propondo, planejando e executando soluções. Este aspecto faz com que a fixação do conhecimento seja maior, conforme já relatado por estudantes do curso. Os mesmos afirmaram que conseguiriam discutir qualquer assunto relativo a algum problema do semestre anterior sem dificuldades; porém, também afirmaram que já não teriam a mesma facilidade quanto aos temas relacionados às disciplinas ministradas no mesmo semestre que não adotaram o método PBL.

É importante ressaltar ainda que os professores do curso têm se entusiasmado com o método PBL, não oferecendo resistência. Aparentemente, em um primeiro momento, quem não conhece o método, pode pensar que professores não têm tanto trabalho para aplicá-lo, já que ministram menos aulas expositivas. Ao contrário disso, observa-se que há uma demanda de tempo considerável para reuniões com outros tutores, elaboração de problemas, avaliação de produtos, orientação dos alunos, entre outras tarefas.

Entretanto, é natural que algumas dificuldades sejam encontradas no decorrer da adoção do método PBL, como por exemplo, a sua implantação no primeiro semestre do curso. Os novos alunos chegam ao curso e se deparam com uma outra forma de apreender o conhecimento, diferente da praticada no ensino fundamental e médio. Se este processo de mudança não for acompanhado, certamente a aprendizagem será prejudicada. Objetivando-se acolher os novos alunos e promover a sua integração com os demais alunos do curso, bem como, minimizar o impacto causado pela referida mudança, tutores e alunos do curso idealizaram e concretizaram, no semestre 2006.1, a I Semana de Integração de Engenharia de Computação (I SIECOMP), que contou com a realização de uma oficina para se trabalhar os principais fundamentos do método PBL. Observou-se, a partir da leitura dos diários reflexivos solicitados no final da oficina, que o resultado foi muito positivo.

O processo de avaliação precisa de uma atenção especial. Observa-se que, embora as estratégias adotadas no curso, que já foram mencionadas em seção anterior, estejam atendendo bem, a avaliação precisa ser rigorosamente realizada durante o ciclo PBL. A avaliação de cada problema, por exemplo, pelos alunos e tutores, é fundamental, já que os problemas refletem situações do “mundo real”, que geralmente são complexas, e a dificuldade em elaborá-los torna-se um desafio. Estes desafios incluem: (1) capacidade de descrição textual clara e objetiva do problema; (2) criação de um problema motivador, que desperte o interesse do aluno; (3) dificuldade em estipular um tempo para resolução do problema pelos alunos, isto é, previsão da evolução da resolução do problema pelo grupo tutorial (4) dificuldade, muitas vezes, de estipular o escopo do problema, incluindo indevidamente conteúdos não apropriados ao momento.

Além disso, é necessário que o tutor, depois de aplicado o problema, averigüe se os objetivos de aprendizagem foram atingidos. Uma das formas de verificar se estes objetivos foram atingidos é através da avaliação dos produtos gerados, verificando se os objetivos de aprendizagem foram alcançados ou não. Neste sentido, a partir da solicitação de muitos alunos, pretende-se criar um modelo formal para avaliação do produto, de forma que este seja utilizado pelos tutores, o que tornará o processo padronizado, além de mais transparente e objetivo.

Uma outra avaliação a ser considerada é a de desempenho dos tutores. É preciso que seja criado um instrumento de avaliação, para que os alunos possam expressar as suas críticas e sugestões com relação ao trabalho docente.

Por fim, observa-se que algumas das dificuldades apontadas aqui podem ser contornadas através de um constante processo de formação de tutores e alunos. Para tanto, o colegiado do curso criou recentemente uma Comissão Permanente de Ensino-Aprendizagem, cujo principal objetivo é acompanhar a aplicação do método PBL no curso, apoiando os tutores e alunos envolvidos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado neste artigo mostra que o método PBL pode ser aplicado com sucesso a um curso de Engenharia de Computação. Vale ressaltar que, para obter sucesso, é preciso que tanto estudantes quanto professores estejam devidamente preparados e comprometidos com o curso e com o método, devido às suas peculiaridades.

A adoção do método PBL permitiu um bom desenvolvimento de algumas das competências, citadas anteriormente, do artigo quarto da resolução 11/2002, aprovada pelo CNE (CNE, 2002): “V - identificar, formular e resolver problemas de engenharia”; “VIII - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica”; “IX - atuar em equipes multidisciplinares” e “XIII - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional”.

Salienta-se que alguns pontos ainda precisam ser aperfeiçoados no método aplicado, em especial, o sistema de avaliação. Porém, como já relatado, para suprir necessidades como estas, uma comissão foi recém-criada, com o objetivo principal de discutir o método PBL e sua aplicação no curso de Engenharia de Computação, assim como propor, após o levantamento das experiências e vivências de cada um dos professores, uma ação comum, em especial em relação ao processo de avaliação. Esta atitude permitirá definir critérios comuns para os diversos momentos do processo avaliativo (i.e. desempenho, relatório, código-fonte, bate-bola), permitindo aos alunos saber de forma mais clara como estão sendo avaliados e com quais critérios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABENGE - Associação Brasileira de Ensino de Engenharia. **Perfil do Engenheiro do Século XXI**. Brasília, mai. 1998, 19p.

ARAÚJO, J. B. e CHADWICK, O. C. **Aprender e Ensinar**. São Paulo: global, 2001.

BALLESTER, D. A. P. et al. **Avaliação de um programa de capacitação em saúde mental para médicos dos serviços básicos de saúde**. 2000. Disponível em: <<http://ris.bvsalud.org/finals/BRA-1505.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2007.

BEAUMONT, C.; SACKVILLE, A.; CHENG, C. S.. Identifying Good Practice in the use of PBL to teach computing. **Italics E-journal**, Ddd, p. 11-19. 10 jan. 2004.

BITTENCOURT, R. A. et al. **Projeto do Curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana**. Feira de Santana, Set. 2002.

BITTENCOURT, R. A.; FIGUEIREDO, O. A. **O Currículo do Curso de Engenharia de Computação da UEFS: Flexibilização e Integração Curricular**. In: XI Workshop sobre Educação em Computação, Campinas. Anais do XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação. Campinas: UNICAMP, 2003, p. 171-182.

BOUD, D.; FELETTI, G. **The Challenge of Problem-Based Learning**. London: Kongan Page, 1998.

CNE. **Resolução CNE/CES 11/2002**. Diário Oficial da União, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

DELISLE, R. **How to use problem-based learning in the classroom**. Alexandria: Ascd, 1997.

DUCH, B. J.; GROH, S. E.; ALLEN, D. E. **The power of problem-based learning: a practical how to for teaching undergraduate course in any discipline**. Sterling: Stylus Publishing, 2001.

DUTRA, R. L. de S. **AAERO - Ambiente de Aprendizado para o Ensino de Redes de Computadores Orientado a Problemas**. 2002. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Instituto de Informatica, Ufrgs, Porto Alegre, 2002.

MAMED, S.; PENAFORTE, J. **Aprendizagem Baseada em Problemas**: anatomia de uma nova abordagem educacional. Fortaleza: Hucitec, 2001.

MCKEACHIE, W. J. **Teaching Tips**: Strategies, Research and Theory for College and University Teachers. Boston: Houghton-Mifflin Company, 1999.

MEC - Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares para os Cursos de Graduação Superior**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/>>. Acesso em 10 de maio de 2007.

RIBEIRO, L. R.; ESCRIVÃO FILHO, E.; MIZUKAMI, M.da G. N.. Uma experiência com a PBL no ensino de engenharia sob a ótica dos alunos. **Revista de Ensino de Engenharia**, Brasília, v. 23, n. 1, p.63-71, 2004.

WOODS, D. R. **Problem-based Learning**: resources to gain the most from PBL". Waterdown: ON, 1996.

APPLICATION OF PROBLEM-BASED LEARNING METHOD IN THE COMPUTING ENGINEERING COURSE OF THE STATE UNIVERSITY OF FEIRA DE SANTANA

Abstract: *This paper presents the Problem-Based Learning Method and to relate the experience of its application on Computing Engineering course of the Feira de Santana University, Bahia, evidencing the positive aspects of the method, as well as questions and difficulties found in its application. Some benefits of this approach are the interaction between theory and practice and the development of verbal and writing abilities. In a Problem-Based Learning environment, the students work in groups and they have the opportunity to decide for themselves what they need to learn, in order to resolve real-world problems. The difficult found is how to apply the method of an uniform way, because there are both many teachers involved and many subjective aspects of evaluation. These benefits and difficulties are argued in the paper.*

Key-words: Computing Engineering, Learning Method, Problem-Based Learning.