

APLICAÇÃO E AVALIAÇÃO DO MÉTODO PBL EM UM COMPONENTE CURRICULAR INTEGRADO DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES

Michele F. Angelo,¹ Angelo C. Loula,² Fabiana C. Bertoni,³ José Amancio M. Santos⁴

RESUMO

Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL – *Problem-Based Learning*) é um método de ensino ativo, centrado no aluno, que se apresenta como uma abordagem adequada ao ensino de engenharia, devido ao processo de auto-aprendizagem, ao desenvolvimento de habilidades sociais e à resolução de problemas da vida real. Este artigo descreve a aplicação do PBL em um componente curricular integrado de programação de computadores, reunindo os componentes de estrutura de dados, programação orientada a objetos e matemática discreta. As opiniões dos professores e de alunos sobre os processos de ensino e aprendizagem foram coletadas com o objetivo de avaliar o componente curricular integrado e os resultados de aprendizagem. Tais resultados indicam que o método PBL pode ser aplicado com sucesso para o ensino e a aprendizagem em um componente integrado de programação de computadores.

Palavras-chave: Educação em Engenharia; Aprendizagem Baseada em Problemas; programação de computadores; algoritmos; estruturas de dados; matemática discreta.

ABSTRACT

APPLICATION AND EVALUATION OF THE METHOD PBL IN CURRICULAR COMPONENT INTEGRATED ON COMPUTER PROGRAMMING

Problem-Based Learning (PBL) is an active, problem-centered, student-centered learning method, which can be a fruitful approach for engineering education, conforming to demands of a self-learning process, social skills development and real life problem solving. This paper describes the application of PBL in an integrated course on computer programming, bringing together a data structure course, an object-oriented programming course and a discrete math course. In order to evaluate this integrated course and the students' learning outcomes, the opinions of tutors and students concerning the teaching and learning processes were collected. Results indicate that the PBL method can be successfully applied to teaching and learning of an integrated course in computer programming.

Keywords: Engineering education, Problem-Based Learning, computer programming, algorithms, data structures, discrete math.

1 Professora Adjunta do Curso de Engenharia de Computação da UEFS; mfangelo@comp.uefs.br

2 Professor do Curso de Engenharia de Computação da UEFS; angelocl@gmail.com

3 Diretora do Departamento de Ciências Exatas da UEFS; fcbertoni@gmail.com

4 Professor Assistente do Curso de Engenharia de Computação da UEFS; zeamancio@gmail.com

INTRODUÇÃO

A educação em engenharia enfrenta desafios constantes, com a necessidade de engenheiros melhor preparados para a rápida expansão das fronteiras tecnológicas e das demandas sociais. O ensino de engenharia deve ajudar a construir habilidades de aprendizagem contínua, habilidades para resolver problemas, competências de comunicação e relacionamento interpessoais, habilidades de trabalho em equipe, uma visão integrada do conhecimento e a capacidade de aplicar a teoria relacionando-a à prática (IEEE and ACM, 2004; NAE, 2005). Esses são requisitos de aprendizagem importantes, que devem ser considerados no currículo de engenharia para preparar os estudantes para a prática profissional. Assim, um currículo tradicional, com aulas teóricas e componentes curriculares isolados e fragmentados, pode não ser capaz de cumprir as novas exigências para a educação em engenharia.

Uma metodologia que pode ser mais apropriada para tais exigências é a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) (WOODS, 1996; DELISLE, 1997; BOUD FELETTI, 1997; DUCH, GROH, ALLEN, 2001). A metodologia PBL consiste numa abordagem de aprendizado ativo, centrado no problema e no aluno, que estimula a criatividade e o pensamento independente. Essa metodologia fornece um ambiente adequado para a prática de habilidades sociais, para a busca de informação e para o desenvolvimento da capacidade de identificar, definir e resolver problemas. Os alunos são introduzidos aos temas de estudo por meio de problemas práticos, trabalhando de forma independente, individualmente ou em grupos, para se chegar a soluções adequadas. Dessa forma, eles podem se familiarizar com a teoria e compreender, simultaneamente, a sua aplicação.

Vários trabalhos descrevem a aplicação do método PBL em cursos de engenharia (MILLS, TREAGUST, 2003; PBLE, 2003; PERRENET, BOUHUIJS, SMITS, 2000; RIBEIRO, 2008), sendo que todos defendem a adequação e a suficiência desse método para a formação do engenheiro. Particularmente, a programação de computadores tem sido relatada como um dos cursos em que o PBL tem sido aplicado com sucesso (KAY *et al.*, 2000; BARG

et al., 2000). No entanto, nos trabalhos encontrados na literatura, o PBL é aplicado em um componente curricular isolado de programação de computadores, sem qualquer integração com outros componentes.

Este artigo descreve a aplicação do PBL em um componente curricular integrado de programação de computadores, reunindo os componentes de estrutura de dados, programação orientada a objetos e matemática discreta. Relata, também, a avaliação do componente e do método de aprendizagem dos alunos, e apresenta a discussão dos resultados. Além disso, são descritas as dificuldades e as experiências do corpo docente em relação a esse componente curricular integrado.

O MÉTODO PBL

A atividade profissional de engenheiros requer capacidade de trabalhar de forma independente e como parte de uma equipe, estar sempre pronto a tomar iniciativa e a adquirir novos conhecimentos. O PBL é definido como um processo de ensino que tem foco em atividades centradas nos alunos e usa problemas concretos para motivá-los. Sendo assim, em vez de a ênfase estar no ensino, maior importância é dada ao processo de aprendizagem (WOODS, 1996). Os alunos decidem o que estudar e assumem a responsabilidade do processo de aprendizagem.

No PBL, o trabalho de um grupo é guiado por sessões tutoriais, tendo o professor somente como facilitador, mas centradas nos alunos, que também podem participar de aulas teóricas relacionadas aos conteúdos do problema a ser resolvido. Nas sessões tutoriais, os estudantes devem identificar e avaliar o problema a ser resolvido a partir de uma dada situação, realizar um *brainstorming* para ativar o conhecimento prévio dos membros do grupo sobre o assunto, sistematizar as ideias, especificar informações adicionais que podem ser úteis para resolver o problema, e definir as metas para a próxima sessão. Em cada novo encontro, o grupo deve avaliar se os objetivos propostos foram alcançados, discutir o problema mais uma vez, compartilhar com os outros membros do grupo os resultados obtidos, e definir novas metas, até que uma possível solução seja encontrada. Essas etapas do método PBL

são baseadas no modelo de Maastricht (CLINE, POWERS, 1997).

PBL EM PROGRAMAÇÃO

A aplicação do método PBL para aprendizagem de programação de computadores já foi apresentada em alguns outros trabalhos.

Nuutila, Törmä e Malmi (2005) explicam como o PBL é aplicado em uma disciplina introdutória de programação, cujo objetivo é o ensino de programação orientada a objetos com o uso da linguagem de programação JAVA, e apresentam uma análise da sua eficácia. Já Fernandez e Williamson (2003) realizam o ensino de programação por meio de duas disciplinas sequenciais, sendo que, na primeira, o foco é a análise de sistemas, com o uso de UML (*Unified Modeling Language*), e, na segunda, o foco é o projeto e sua implementação.

O trabalho desenvolvido por Okelly e Gibson (2006) apresenta a experiência da aplicação do PBL em uma disciplina de programação em que o aprendizado é direcionado e motivado por uma competição da área de robótica. Ambrósio e Costa (2010) aplicam o método PBL em uma disciplina de algoritmos e programação, utilizando *tablets* para estimular a comunicação entre os estudantes e facilitar o acesso a informações.

Entretanto, em nenhum dos trabalhos encontrados, há uma discussão da aplicação do método PBL em um componente curricular que busque integrar, simultaneamente, conteúdos de diversos outros componentes curriculares usualmente isolados no currículo. A aplicação do método PBL na integração de conhecimentos entre diferentes disciplinas, durante um mesmo período letivo, constitui um desafio diferenciado, uma vez que é necessário construir problemas integradores, sendo preciso planejar e organizar a sequências dos conteúdos de diferentes módulos teóricos, além de envolver um número maior de professores nesse planejamento.

Na próxima seção, é apresentada a experiência da aplicação do PBL em um componente curricular de programação, no qual são integrados os conhecimentos de estruturas de dados, programação orientada a objetos e matemática discreta.

PBL APLICADO AO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO DA UEFS

A decisão pela adoção do PBL no currículo do curso de Engenharia de Computação, na UEFS, ocorreu durante a elaboração do projeto do curso, tomando-o como um dos possíveis métodos a serem utilizados de modo a reforçar a interação entre teoria e prática. Outra importante característica do curso de Engenharia de Computação é a integração de alguns componentes curriculares que agrupam conteúdos relacionados em um mesmo período letivo, compartilhando trabalhos, desafios e oportunidades de aprendizado (ANGELO, BERTONI, 2011). Entre os elementos de integração curricular presentes no currículo do curso, destacam-se os componentes intitulados Estudos Integrados (EI). Um EI tem por objetivo ser um componente integrador sobre certo tema, sendo organizado em módulos teóricos associados a um módulo prático.

O objetivo do uso do PBL foi conciliar a apresentação de um volume crescente de conhecimentos técnicos e científicos à necessidade de trabalhar habilidades e atitudes necessárias ao engenheiro, tais como capacidade de aprendizagem independente e contínua, de trabalhar em grupo, bem como o respeito por opiniões diversas e a ética.

PBL APLICADO À PROGRAMAÇÃO NO CURSO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO DA UEFS

No curso de Engenharia de Computação da UEFS, o conteúdo relacionado à Programação é ministrado através de um componente curricular denominado EI de Programação. Esse EI possui um total de 180 horas, com duração de 1 semestre, e é formado por três módulos teóricos – Algoritmos e Programação II (30 horas), Estruturas de Dados (30 horas) e Matemática Discreta (60 horas) – e um prático (60 horas), que acontecem simultaneamente.

O conteúdo do primeiro módulo teórico está relacionado aos princípios da programação orientada a objetos e a algumas estruturas de dados básicas, como pilhas, filas e listas. O segundo aborda estru-

turas mais complexas, como tabelas hash, árvores e grafos, além de temas como gerenciamento de memória e organização de arquivos. No terceiro módulo, são abordados os temas de teoria de conjuntos, combinatória e contagem, estruturas discretas e técnicas de demonstração de teoremas. Os professores utilizam aulas expositivas e palestras para apresentar os conteúdos relacionados a cada um dos módulos teóricos. Essas aulas são oferecidas para a turma completa. Existem, ainda, consultorias que podem ser realizadas pelos professores durante os horários de aulas teóricas ou em horários extras, com encontros individuais nos gabinetes dos professores. As avaliações nesses módulos são aplicadas para toda a turma, pelo professor responsável, e normalmente consistem de provas escritas, aplicadas duas em cada módulo.

No módulo prático, o PBL é aplicado em sessões tutoriais, com dois encontros semanais de 2 horas. Nessas sessões são aplicados, discutidos e resolvidos problemas por grupos de alunos, com o acompanhamento de professores como tutores. Não são realizadas aulas práticas de laboratório com a presença do professor enquanto os alunos desenvolvem sua solução.

Os problemas são elaborados pelos professores, de forma colaborativa, e agrupam conteúdos trabalhados nos módulos teóricos, de forma a integrá-los. Para cada problema, são definidos um tema, os objetivos de aprendizagem, uma descrição do problema, um cronograma dos tutoriais, bem como os prazos para a entrega da solução, especificação do produto a ser entregue e um detalhamento dos recursos de aprendizagem.

No Apêndice A deste artigo é apresentado um dos problemas que foi aplicado nesse EI, contendo os tópicos “Título”, “Tema”, “Objetivos” e “Cronograma”. O “Título” é uma descrição sucinta do problema. O “Tema” pode ser abrangente, de forma a demonstrar que mais de um assunto pode ser coberto no problema. Os “Objetivos” não necessariamente precisam estar todos relacionados ao tema do problema. Há objetivos menos relevantes que são desejáveis para a solução do problema, mas não são essenciais para compreensão dos conceitos centrais abordados. Objetivos como “Analisar e comparar código escrito por terceiros” e “Utilizar ambiente

de desenvolvimento para Java” são alguns exemplos, uma vez que os objetivos centrais para o problema em questão foram o aprendizado de estruturas de dados simples e conceitos de orientação a objetos.

A cada sessão, um aluno assume o papel de coordenador do grupo, que orienta e estimula a discussão, e dois alunos exercem a função de secretários de quadro e de mesa, responsáveis por registrar as discussões, na lousa e em papel, compartilhando as anotações com os demais membros posteriormente. O professor tutor realiza um acompanhamento periódico das atividades nas sessões tutoriais, orientando os alunos e observando o comportamento e o desempenho das funções assumidas por cada um dos alunos. O papel do tutor é incentivar os alunos a alcançar os objetivos de aprendizagem esperados, sem interferir no processo de resolução do problema. No entanto, caso os alunos se desviem demasiadamente dos objetivos de aprendizagem, o tutor deve limitar a iniciativa dos estudantes e sugerir outras estratégias de solução (MARTÍ, GIL, JULIÁ, 2006). Em suma, o tutor deve ser um facilitador do processo de aprendizagem e não uma fonte primária de conhecimento.

Nas sessões tutoriais, ao contrário da metodologia tradicional, na qual a apresentação de problemas é posterior à exposição, pelo professor, dos conteúdos necessários à sua resolução, a apresentação do problema antecede a exposição de conteúdos. Os alunos encontram o problema antes de depararem-se com fatos e teorias. Dessa forma, o problema serve como motivação para o conteúdo a ser aprendido e para as habilidades a serem desenvolvidas, criando também uma ponte entre a teoria e a prática. As sessões tutoriais estimulam também o desenvolvimento de outras habilidades, tais como expressão oral, colaboração e trabalho em grupo. A resolução do problema não é tratada de maneira específica nas aulas teóricas. Essas aulas apresentam conteúdos que podem auxiliar na resolução, mas sem indicar como fazê-lo. Certos conteúdos das aulas teóricas também não estão relacionados à resolução dos problemas, assim como alguns conteúdos e habilidades necessárias não são apresentados e ficam a cargo do aluno. A necessidade de buscar a resolução do problema dentro desse ambiente retira o foco de aprendizado do professor e o transfere para o aluno, que é

incentivado a aprender de forma mais independente e, principalmente, de forma colaborativa com seus colegas.

A avaliação no módulo prático é composta por três etapas: (1) avaliação dos produtos elaborados a partir dos problemas; (2) avaliação de desempenho durante as sessões tutoriais; e (3) “bate-bola”.

Na etapa 1, a avaliação do produto é composta pela análise do programa de computador desenvolvido e de um relatório com conceitos teóricos pertinentes ao problema, metodologia adotada na solução e os resultados obtidos. Para a avaliação do produto e do relatório, critérios são predefinidos em função dos objetivos que devem ser alcançados em cada problema. Esses critérios são adotados para tornar uniforme a forma de avaliação pelos tutores.

A avaliação de desempenho, na etapa 2, é realizada a cada sessão tutorial e reflete a participação, o envolvimento, o comprometimento nos encontros do grupo tutorial, as contribuições trazidas, o cumprimento de metas definidas em cada encontro, a organização dos trabalhos do grupo, entre outras habilidades relacionadas à dinâmica em grupo.

A etapa 3, chamada de “bate-bola”, é o momento no qual o tutor discute, individualmente, com o aluno, a solução do problema por ele apresentada e os conhecimentos adquiridos. O tutor avalia o aprendizado, aponta deficiências e esclarece pontos que não foram tratados durante os encontros tutoriais, realimentando o processo de aprendizagem. Em geral, depois do “bate-bola”, os alunos têm a oportunidade de corrigir seu produto, demonstrando o aprendizado dos pontos falhos apontados pelo tutor, aprofundando a discussão e compreensão desses aspectos e melhorando a qualidade dos produtos elaborados.

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho, foram coletadas as opiniões de tutores e de alunos sobre o processo de ensino e aprendizagem no EI de Programação.

A visão dos professores e tutores foi obtida em reuniões semanais realizadas durante todo o período letivo, nas quais se discutia a elaboração dos problemas, o andamento dos grupos tutoriais, os critérios de avaliação.

A opinião dos alunos foi adquirida através de um questionário (Apêndice B) aplicado a um total de 26 alunos, quantidade que representou aproximadamente 87% da turma. O questionário utilizado foi composto por 11 questões, sendo as 10 primeiras objetivas e a última dissertativa, as quais buscavam avaliar: o quanto os alunos aprenderam com as aulas teóricas (questão 1), quanto aprenderam nas sessões tutoriais (questão 2) e nas atividades extraclasse (questão 3), qual a percepção dos alunos sobre a efetividade do método PBL para o aprendizado de programação (questão 4), se os problemas foram motivadores (questão 5), se o curso proporcionou aos alunos o aumento de afinidade com programação de computadores (questão 6), a nota média dada pelos alunos ao curso (questão 7), o quanto os alunos aprenderam em cada um dos módulos teóricos de Algoritmos e Programação II, Estruturas de Dados e Estruturas Discretas (questões 8, 9 e 10, respectivamente), e, por fim, quais as vantagens e desvantagens do método PBL em relação ao método tradicional (questão 11).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, serão discutidos os resultados obtidos com a aplicação do questionário aos alunos e também as opiniões dos professores sobre o uso do método PBL.

Perspectiva dos alunos

Os resultados dos 26 questionários respondidos foram verificados e tabulados para analisar a visão dos alunos sobre a eficiência e aplicabilidade do método PBL. Somente um dos questionários respondidos foi desconsiderado, pelo fato de o aluno não ter respondido todas as questões.

No Gráfico 1, pode-se observar o padrão de resposta das 3 primeiras questões, relacionadas à percepção dos alunos sobre seu aprendizado nas aulas teóricas, nas sessões tutoriais e na busca de conhecimento extraclasse. Enquanto quase todas as respostas da questão 1 (aprendizado nas aulas teóricas) estão concentradas em péssimo, ruim ou regular, nas questões 2 e 3 (aprendizado na sessão tutorial e extraclasse), as respostas são quase todas ótimo, bom ou regular.

Correlacionando as questões 2 e 3, verificou-se que a maioria dos alunos respondeu bom, poden-

do-se inferir que eles consideram importante a discussão do problema e o estudo em grupo, quando a disparidade de conhecimento elucida o assunto para alguns e aumenta o conhecimento de outros sobre o tema, e também valorizam a busca de conhecimento por conta própria, através de atividades extraclasse. Tais fatos indicam que os respondentes atribuem seu aprendizado principalmente às atividades centradas no aluno, seja nas discussões em grupo ou na busca por conhecimento fora da sala de aula, em detrimento das atividades centradas no professor, como no caso das aulas teóricas. Essa mudança de foco do aprendizado do professor para o aluno é uma das metas da aplicação do PBL, e para este estudo de caso, um indicativo da efetividade do método.

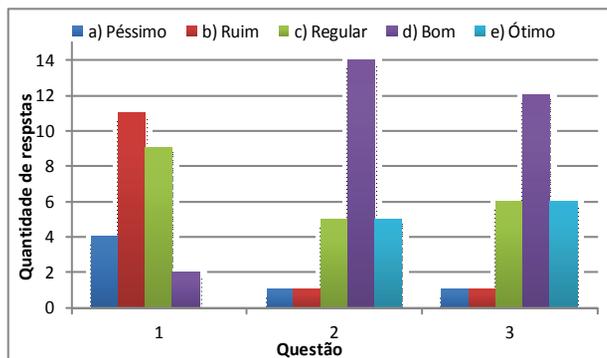


Gráfico 1: Respostas das questões 1, 2 e 3.

Ao analisar as respostas da questão 4, sobre a percepção dos alunos em relação à efetividade do método PBL para o aprendizado de programação, observa-se que quase todos concordam com essa efetividade, mas a maioria acredita somente parcialmente nisso. Todos os 9 alunos que responderam que acreditam totalmente na efetividade do método PBL responderam, na questão 2, que seu aprendizado nas sessões tutoriais foi bom ou ótimo, mas somente 7 destes responderam que seu aprendizado extraclasse foi bom ou ótimo. Entre os 14 que acreditam parcialmente na efetividade do método, 6 responderam bom e 5 regular para o aprendizado nas sessões tutoriais, mas, para o aprendizado extraclasse, 8 responderam bom e só 3 responderam regular. Isso parece indicar que a efetividade do método, para os alunos, está mais associada às sessões tutoriais do que ao aprendizado extraclasse, embora este seja um dos momentos principais do método,

pois é nele que o aluno de fato realiza sua autonomia no processo de aprendizagem.

Em relação à capacidade de motivação dos problemas para o aprendizado, avaliada na questão 5, 18 dos 25 alunos qualificaram como boa ou ótima, demonstrando que eles encontram nos problemas elementos motivadores de busca por uma solução e, conseqüentemente, para o aprendizado. Relacionando a questão 5 com a questão 1, 11 dos 14 alunos que responderam ruim ou péssimo para o aprendizado nas aulas teóricas qualificaram a motivação dos problemas como boa ou ótima. Esse é um indicador de que, quanto mais motivados estão os alunos para os problemas, maior é sua tendência em não acreditar na necessidade de aulas expositivas tradicionais e, assim, não terem um aprendizado adequado nesse tipo de atividade.

Estabelecendo a relação entre as questões 5 e 2, dos 18 alunos que responderam boa ou ótima para a motivação dos problemas, 15 responderam bom ou ótimo para o aprendizado nas sessões tutoriais. Tal análise permite constatar que, quando o problema é motivador, os alunos acreditam aprender mais nas sessões tutoriais.

A capacidade de aumentar a afinidade do aluno com a temática de programação de computadores foi avaliada pela questão 6, para a qual 19 alunos indicaram que houve um aumento razoável ou grande do interesse pela área. Destes 19, para a questão 2, 16 alunos avaliaram seu aprendizado como bom ou ótimo nas sessões tutoriais; para a questão 3, 15 alunos avaliaram seu aprendizado como bom ou ótimo para as atividades extraclasse; e para a questão 5, 15 alunos indicaram que a motivação dos problemas era boa ou ótima. Observa-se, então, que o aumento da afinidade com o tema está fortemente associado à qualidade do aprendizado e à motivação dos problemas. Ressalta-se, no entanto, que a relação de causalidade não é clara, podendo o aumento de afinidade ser consequência ou causa da qualidade do aprendizado e da percepção de motivação dos problemas.

A nota média dada pelos alunos ao curso de programação foi de 6,37, sendo que 17 alunos deram notas até 7,0 e somente 8 deram notas acima de 7,0. Comparando com a avaliação do aprendizado nas aulas teóricas, nas sessões tutoriais e extraclasse, não existe nenhum padrão relevante de respostas

que correlacione esses itens com a nota do curso, indicando, inicialmente, que a qualidade do aprendizado não foi determinante para avaliação do curso. Mas, quando comparada com a questão 4, sobre a efetividade do método para o aprendizado, nota-se que, dos alunos que acreditam parcialmente nessa efetividade, 10 deram notas de 4,0 a 6,0, e 4 alunos notas acima de 6,0. Já os 9 alunos que concordaram totalmente com a efetividade, todos deram nota igual ou maior a 6,0. Percebe-se, então, que a nota dada ao curso foi determinada pela efetividade do método PBL para o aprendizado, e que os alunos que acreditam ter aprendido mais como consequência da aplicação do método PBL deram notas mais altas que os demais alunos.

As diferenças no aprendizado dos conteúdos específicos dos módulos envolvidos nesse curso integrado foram avaliadas pelas questões 8, 9 e 10 (Gráfico 2). A maioria dos alunos indicou que aprenderam pouco ou muito pouco, embora um número considerável tenha informado que aprendeu muito. Isso, em parte, reflete uma mescla do que foi respondido na questão 1, sobre o aprendizado em aulas teóricas, em conjunto com o aprendizado nas sessões tutoriais e extraclasse. O mais relevante na análise dessas questões, no entanto, é observar que o aprendizado de estruturas discretas foi indicado como sendo menor do que o dos demais conteúdos. Essa diferença pode ser consequência da menor integração e cobertura dos conteúdos da matemática discreta (de cunho muito teórico) com os problemas apresentados no módulo prático, diminuindo a motivação e o engajamento com esses conteúdos.

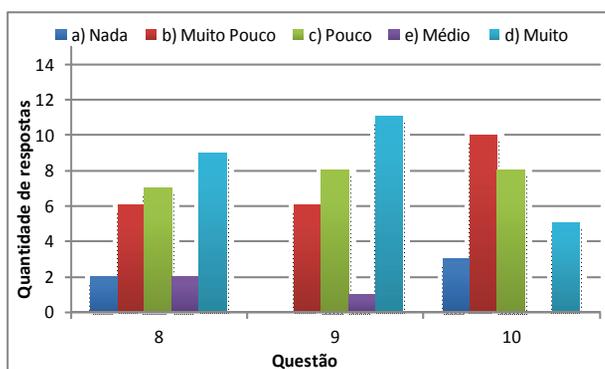


Gráfico 2: Respostas das questões 8, 9 e 10.

A questão 11 tinha como objetivo avaliar a opinião dos alunos sobre as vantagens e desvantagens do método PBL em relação ao método tradi-

cional. As respostas estão de acordo com as análises realizadas nas demais questões e com os aspectos discutidos na literatura sobre o tema. Quase que a totalidade dos alunos apresentou como vantagem a maior fixação do conhecimento, e, como desvantagem, uma parte dos alunos destacou a sobrecarga gerada com o uso da metodologia. Outros aspectos, entretanto, não avaliados nas questões objetivas foram abordados por alguns alunos. É o caso do amadurecimento e respeito aos colegas com o trabalho colaborativo dos grupos e também da crítica relacionada à diferença de rigor aplicado na avaliação entre os tutores.

Perspectiva dos professores e tutores

De acordo com as discussões realizadas semanalmente por professores e tutores do EI de Programação, pode-se observar benefícios e dificuldades do uso do método PBL no ensino de programação.

Entre os benefícios descritos pelos professores, destaca-se o trabalho dos alunos em equipe, com o aprimoramento das habilidades de relações interpessoais. Ao trabalhar em grupo, seja durante as sessões tutoriais ou em reuniões extraclasse, todos os membros ajudam, de forma colaborativa, na construção do novo conhecimento, aprendendo a expressar e a ouvir opiniões, e respeitar quando adversas. Para expressar opiniões, é preciso que o aluno tenha uma boa comunicação oral, e esta é outra habilidade trabalhada com o método PBL. Com as discussões e os diálogos ocorridos durante a solução de um problema, é estimulada a melhoria das habilidades de explanação e argumentação do aluno, ou seja, de sua comunicação oral.

Conforme descrito pelos professores, o método PBL requer que os estudantes sejam ativos, fazendo escolhas sobre como e o que deverão aprender. 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 sua autonomia.

Além dos benefícios apresentados, algumas dificuldades foram encontradas na aplicação do método PBL. Essas dificuldades estão relacionadas com a

elaboração de problemas e com a baixa carga horária de aulas teóricas.

Com relação à elaboração dos problemas, o desafio está em criar problemas que reflitam situações do “mundo real”, as quais geralmente são complexas. Esse desafio inclui: capacidade de descrição textual clara e objetiva do problema; criação de um problema motivador, que desperte o interesse do aluno; dificuldade do grupo tutorial em estipular um tempo para a resolução do problema pelos alunos, isto é, de prever o caminho evolutivo da resolução do problema; e dificuldade de estipular o escopo do problema, incluindo indevidamente conteúdos não apropriados para o momento.

Por fim, a baixa carga horária de aulas teóricas, ocasionada pela utilização do método PBL, exige maior ritmo na exposição de conteúdos e, por vezes, menor detalhamento dos assuntos, uma vez que grande parte da carga horária é usada para a realização de sessões tutoriais. No entanto, como o objetivo principal dessa metodologia é a passagem da responsabilidade pelo aprendizado do professor para o aluno, criando condições para que o aluno aprenda a aprender, constata-se que o ritmo mais rápido das aulas e eventuais lacunas na exposição de conteúdos não comprometem o aprendizado como um todo.

CONCLUSÕES

O processo apresentado neste artigo, baseado nas perspectivas de alunos e professores, demonstra que o método PBL pode ser aplicado com sucesso ao ensino de Programação de Computadores. As respostas dos alunos demonstram que eles desenvolveram a habilidade de aprender a aprender, individualmente e em grupo, e que eles acreditam na efetividade do método. Os professores e tutores apontam os benefícios quanto às habilidades desenvolvidas pelos alunos, com o uso do método PBL, tais como trabalho em grupo, comunicação oral e escrita e exercício da autonomia na busca pelo aprendizado. Porém, a criação de problemas motivadores e adequados representa um grande desafio para esses docentes.

Com base nessas perspectivas, é possível perceber também que o bom funcionamento do método PBL está diretamente relacionado com o preparo e a adaptação dos professores (capacidade de elabo-

rar problemas ligados ao mundo real, reuniões periódicas entre os tutores e professor da aula teórica para discussão do andamento dos alunos na solução dos problemas) e alunos (aprender fora da sala de aula, trabalhar em equipe), uma vez que esse método possui suas peculiaridades. Para auxiliar nesse preparo de professores, tutores e alunos, o colegiado do curso de Engenharia de Computação criou uma Comissão Permanente de Ensino-Aprendizagem, cujo principal objetivo é acompanhar a aplicação do método PBL no curso, buscando minimizar as dificuldades e melhorar continuamente o processo de ensino e aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- AMBRÓSIO, A. P. L.; COSTA, F. M. Evaluating the impact of PBL and tablet PCs in an algorithms and computer programming course. **Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education**. New York, USA, 2010, p. 495-499.
- ANGELO, M. F.; BERTONI, F. C. Análise da aplicação do método PBL no processo de ensino e aprendizagem em um curso de Engenharia de Computação. **Revista de Ensino de Engenharia**. v. 30, n. 2, p. 35-42, 2011.
- BARG, M.; FEKETE, A.; GREENING, T.; HOLLANDS, O.; KAY, J.; KINGSTON, J. H. Problem-Based Learning for foundation computer science courses. **Computer Science Education**. v. 10, n. 2, p. 109-128, 2000.
- BOUD, D.; FELETTI, G. **The challenge of Problem-Based Learning**. London: Kogan Page, 1997.
- CLINE, M.; POWERS, G. J. Problem Based Learning via open ended projects in Carnegie Mellon University's Chemical Engineering Undergraduate Laboratory. **Proc. 27th Annu. Frontiers in Education (FIE) Conf.**, v. 1, p. 350-354, 1997.
- DELISLE, R. **How to use problem-based learning in the classroom**. Alexandria, Virginia, USA: ASCD. 1997.
- DUCH, B. J.; GROH, S. E.; ALLEN, D. E. **The power of Problem-Based Learning: a practical “how to” for reaching undergraduate courses in any discipline**. Virginia: Stylus Publishing, LLC, 2001.
- FERNANDEZ, E.; WILLIAMSON, D. M. Using Project-Based Learning to teach object oriented application development. **Proceedings of the 4th Conference on Information Technology Curriculum**, New York, USA, 2003, p. 37-40.

IEEE and ACM. **Curriculum guidelines for undergraduate degree programs in Computer Engineering**, 2004.

MARTÍ, E.; GIL, D.; JULIÁ, C. A PBL experience in the teaching of computer graphics. **Computer Graphics**, v. 25, n. 1, p. 95-113, 2006.

MILLS, J. E.; TREAGUST, D. F. Engineering Education – Is Problem-Based or Project-Based Learning the answer? **Australasian Journal of Engineering Education**, 2003.

NAE. **Educating the Engineer of 2020: adapting engineering education to the new century**, 2005.

NUUTILA, E., TÖRMÄ, S; MALMI, L. PBL and computer programming the seven steps method with adaptations. **Computer Science Education**, v. 15, n. 2, p. 123-142, 2005.

O’KELLY, J.; GIBSON, P. J. RoboCode and Problem-Based Learning: a non-prescriptive approach to teaching programming. **Proceedings of the 11th annual SIG-**

CSE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, New York, USA, 2006, p. 217-221.

PBLE. **A guide to learning engineering through projects**, 2003. Disponível em: <<http://www.pble.ac.uk/guide.html>>. Acesso em 29 Set. 2010.

PERRENET, J. C.; BOUHUIJS, P. A. J.; SMITS, J. G. M. M. The suitability of Problem-Based Learning for engineering education: theory and practice. **Teaching in Higher Education**, v. 5, n. 3, p. 345-358, 2000.

RIBEIRO, L. R. C. Electrical engineering students evaluate Problem-Based Learning (PBL). **International Journal of Electrical Engineering Education**, v. 45, n. 2, p. 152-161, 2008.

WOODS, D. R. **Problem-Based Learning: resources to gain the most from PBL**. Waterdown, ON, Canada: Woods Publishing, 1996.

DADOS DOS AUTORES



Michele Fúlvia Angelo – Graduada em Tecnologia em Processamento de Dados pelo Centro Universitário de Rio Preto (UNIRP), em 1998, especialista em Didática do Ensino Superior pelo Centro Universitário do Norte Paulista (UNORP), em 2003, mestrado em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade Estadual de São Paulo (USP), em 2001, e doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade Estadual de São Paulo (USP), em 2007. Atualmente, professora do Curso de Graduação em Engenharia de Computação e da Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Possui experiência na utilização do método PBL no ensino de algoritmos, programação, sistemas operacionais e redes de computadores para um curso de Engenharia de Computação. Possui interesse em pesquisas que apresentam a utilização do método PBL no ensino de Engenharia.



Angelo C. Loula – Graduado em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal da Bahia (UFBA), em 2000, e em Processamento de Dados, pela Faculdade Ruy Barbosa, em 1997, mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em 2004, e doutorado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em 2011. É professor do curso de Graduação em Engenharia de Computação e da Pós-Graduação em Computação Aplicada da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Seus interesses de pesquisa incluem jogos eletrônicos educativos, cognição, robótica cognitiva, artificial, modelagem computacional. No ensino de engenharia e computação, possui experiência na utilização do método PBL no ensino de algoritmos, programação e tem interesse no uso de métodos de aprendizagem ativa e no ensino de empreendedorismo e temas de inovação tecnológica. Seu sítio na Internet é <www.artificial.eng.br>.



Fabiana Cristina Bertoni – Graduada em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), em 2002, mestrado em Ciência da Computação pela Universidade Federal de São Carlos, em 2005, e doutorado em Engenharia Elétrica pela Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade Estadual de São Paulo (USP), em 2007. Atualmente, é professora do Curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS). Possui experiência na utilização do método PBL no ensino de algoritmos, programação e linguagens de programação para um curso de Engenharia de Computação.



José Amancio Macedo Santos – Graduado em Tecnologia em Processamento de Dados pela Faculdade Ruy Barbosa, em 1995, especialização em Projeto de Desenvolvimento e Aplicações pela Unifacs, em 1999, mestrado em Informática pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em 2003. Atualmente, é professor assistente da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), afastado para doutoramento no programa DMCC (UFBA-UEFS-Unifacs). Tem experiência na aplicação do método PBL no ensino de programação, algoritmos e estrutura de dados, sistemas operacionais e redes de computadores.

APÊNDICE A

PROBLEMA: COMPACTAÇÃO/DESCOMPACTAÇÃO DE DADOS

Tema: Estruturas de dados e aplicação de conceitos de orientação a objetos e interface gráfica em Java.

Objetivos

- Aprender conceitos e utilizar estruturas de dados;
- Aplicar conceitos de orientação a objetos na produção de *software*;
- Aprender recursos de Java para uso de estruturas de dados;
- Utilizar ambiente de desenvolvimento para Java;
- Aprender os recursos de Java para uso de interface gráfica.

Cronograma

Semana	Data	Grupo Tutorial
1	11/02	Problema 3: Compactação/Descompactação de dados
	13/02	Problema 3: Compactação/Descompactação de dados
	15/02	-
2	18/02	Problema 3: Compactação/Descompactação de dados
	20/02	Problema 3: Compactação/Descompactação de dados
	22/02	-
3	25/02	Problema 3: Compactação/Descompactação de dados
	27/02	Problema 3: Compactação/Descompactação de dados
	29/02	Entrega do relatório (impresso) e do programa (via e-mail) até às 14:00h
4	04/03	Bate-Bola

Problema

Recentemente, foi instalada em Feira de Santana uma filial da X-Systems. Essa é uma empresa consolidada no mundo todo pela qualidade de sistemas de informação que desenvolve. Na primeira quinzena de janeiro foi realizada uma seleção com o objetivo de formar seu grupo de desenvolvedores com especialistas da região, no entanto, o número de vagas existentes não foi totalmente preenchido devido à falta de profissionais plenamente capacitados para a função.

Frente a esse problema, a X-Systems decidiu trazer profissionais de outras regiões da Bahia e de outros estados, no entanto, ela está com um planejamento, para longo prazo, de formar profissionais da região de Feira de Santana para que possam fazer parte do seu quadro de profissionais. Para isso, foi lançado hoje, um anúncio de que haverá uma seleção para os alunos do curso de Engenharia de Computação da UEFS.

O objetivo da X-Systems é abrir cinco vagas de estágio para alunos que estejam cursando Engenharia de Computação da UEFS e formá-los com o perfil que a empresa necessita. Além da formação que a empresa está se propondo a dar aos selecionados e uma possível efetivação após o término do curso de graduação, ainda existem alguns benefícios: apenas 3 horas de serviço por dia, de segunda à sexta, com uma bolsa no valor de 2 salários mínimos e mais a possibilidade de um intercâmbio para uma de suas filiais (que estão espalhadas pelo mundo todo) durante as férias, com todos os custos financiados pela empresa.

Produto

Os interessados terão que passar por duas etapas. Na primeira, o candidato deverá desenvolver um compactador/descompactador de dados em JAVA e um relatório técnico, de no máximo 10 páginas, contendo os conceitos utilizados para o desenvolvimento do *software*, o seu funcionamento, e os resultados dos testes realizados. Tanto o programa como o relatório deverão ser entregues até às 14:00hs do dia 28/02. A segunda etapa será uma entrevista (04/03), onde serão testados os conhecimentos de cada candidato.

Para o programa serão avaliados: a utilização dos conceitos de orientação a objetos, a implementação do algoritmo de Huffman, a documentação e organização do código, a utilização de interface gráfica e o bom funcionamento do *software*. No relatório serão analisadas: a organização do texto; a utilização das normas ABNT; gramática e ortografia; e ele deverá conter: uma introdução, os conceitos da estrutura de dados utilizada, o algoritmo implementado, o funcionamento do *software* desenvolvido, os resultados dos testes realizados (fazer uma comparação da taxa de compactação do algoritmo implementado em relação aos *softwares* disponíveis no mercado – WinZip e WinRar para alguns tipos de arquivos – txt, cpp, html) e uma conclusão.

Recursos para aprendizagem

PREISS, B. R. *Estrutura de dados e algoritmos – padrões de projeto orientados a objetos com Java*. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

HOROWITZ, E. e SAHNI, S. *Fundamentos de estruturas de dados*. Rio de Janeiro, Campus, 1986.

LAFORE, R. *Data structure & algorithms in Java*. Indianápolis, 2003.

SANTOS, R. *Introdução à programação orientada a objetos usando Java*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

BARNES, D.; KOLLING, M. *Programação orientada a objetos com Java: uma introdução prática utilizando o BlueJ*. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2004.

HORSTMANN, C.; CORNELL, G. *Core Java 2. v. 1: Fundamentos*. São Paulo: Makron, 2000.

DEITEL, H. M.; DEITEL, P. J. *JAVA: como programar*. Bookman, 2003.

HORSTMANN, C. *Conceitos de computação com o essencial de Java*. 3. ed. Bookman, 2005.

HORSTMANN, C. *Big Java*. Bookman, 2004.

Qualquer outro livro de Estrutura de Dados e livros de Programação em Java são úteis para o trabalho.

APÊNDICE B**Questionário referente ao Estudo Integrado de Programação****Nome:** _____ (opcional)

- 1. Como você considera que foi seu aprendizado através de aulas expositivas?**
a) Péssimo b) Ruim c) Regular d) Bom e) Ótimo
- 2. Como você avalia seu aprendizado durante as sessões tutoriais e os estudos com os colegas?**
a) Péssimo b) Ruim c) Regular d) Bom e) Ótimo
- 3. Como você classifica seu aprendizado através da busca de conhecimento extraclasse?**
a) Péssimo b) Ruim c) Regular d) Bom e) Ótimo
- 4. Você acredita que a aplicação do método PBL no Estudo Integrado de Programação foi efetiva para aprender o que você aprendeu? Quantifique.**
a) Não acredito
b) Acredito parcialmente
c) Acredito totalmente
- 5. Como você avalia a motivação gerada pelos problemas apresentados durante o curso?**
a) Péssimo b) Ruim c) Regular d) Boa e) Ótima
- 6. O curso aumentou a sua afinidade com programação?**
a) Não aumentou
b) Aumentou pouco
c) Aumentou
d) Aumentou muito
- 7. Dê uma nota de 0 a 10 para o curso (avalie-o de acordo com as habilidades e os conteúdos adquiridos e a forma de aprendizado).**
- 8. Como você considera que aprendeu Programação Orientada a Objetos (conceitos de Classe, Atributos, Métodos e Objetos; Herança; Polimorfismo; Encapsulamento)?**
a) Nada b) Muito pouco c) Pouco d) Muito
- 9. Como você considera que aprendeu Estruturas de Dados (Registros, Arquivos; Listas Simplesmente Encadeadas; Listas Duplamente Encadeadas; Filas; Pilhas; Hashing; Árvores)?**
a) Nada b) Muito pouco c) Pouco d) Muito
- 10. Como você considera que aprendeu Estruturas Discretas (Conjuntos, Relações e Funções; Indução e Recursão; Combinatória; Grafos e Árvores; Estruturas Algébricas; Técnicas de Demonstração de Teoremas)?**
a) Nada b) Muito pouco c) Pouco d) Muito
- 11. Descreva as vantagens e as desvantagens do método PBL em relação ao método tradicional.**