

Análise da Aplicação do Método PBL no Ensino de Programação em Engenharia de Computação

Michele Fúlvia Angelo¹, Fabiana Cristina Bertoni¹, José Amâncio Macedo Santos¹,
Angelo Conrado Loula¹

¹Universidade Estadual de Feira de Santana, Departamento de Ciências Exatas, Avenida Transnordestina, s/n, Novo Horizonte, Feira de Santana – BA – Brasil

mfangelo@ecomp.uefs.br, fcbertoni@gmail.com, zeamancio@ecomp.uefs.br,
angelocl@ecomp.uefs.br

Resumo. *A Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), em 2003, adotou o método PBL na criação do curso de Engenharia de Computação. Dentre os componentes curriculares deste curso encontram-se componentes curriculares integradores, dentre eles os Estudos Integrados. Com base nas experiências adquiridas com a utilização deste método no Estudo Integrado de Programação, composto pelos módulos de Algoritmos e Programação II, Estruturas de Dados e Estruturas Discretas, este trabalho apresenta os resultados e conclusões da avaliação da aplicabilidade e eficiência da metodologia PBL, feita por alunos e tutores.*

1. Introdução

O PBL (*Problem-Based Learning*) é uma metodologia de ensino e aprendizagem colaborativa, construtivista e contextualizada, na qual situações-problema são utilizadas para iniciar, direcionar e motivar a aprendizagem de conceitos, teorias e o desenvolvimento de habilidades e atitudes no contexto de sala de aula, isto é, sem a necessidade de conceber disciplinas especialmente para este fim [Savin-Baden 2000].

Apesar do PBL ter sido concebido originalmente para o ensino de medicina, seus princípios mostraram-se robustos para possibilitar seu uso no ensino de outras áreas do conhecimento, como física [Kampen et al. 2004], engenharia biomédica [Laplaca et al. 2001], engenharia química [Cline & Powers 1997], engenharia de computação [Striegel & Rover 2002], engenharia elétrica e de telecomunicações [Costa et al. 2007].

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 [Batista et al. 2005]. 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.

Com base nas experiências adquiridas com a utilização do método PBL no EI de Programação, este trabalho objetiva apresentar a avaliação de alunos e tutores sobre sua aplicabilidade e eficiência.

2. Metodologia PBL

O PBL é uma estratégia educacional, centrada no aluno, que o ajuda a desenvolver o raciocínio e a comunicação, habilidades essenciais para o sucesso em sua vida profissional. O aluno é, constantemente, estimulado a aprender e a fazer parte do processo de construção desse aprendizado [Duch et al. 2001, Boud & Feletti 1997]. Ao contrário da metodologia tradicional na qual a apresentação de problemas é posterior a exposição pelo professor dos conteúdos necessários à sua resolução, na metodologia PBL a apresentação do problema antecede a exposição de conteúdos pelo professor. Desta forma, o problema age como motivação e contexto para o conteúdo a ser aprendido e habilidades a serem desenvolvidas, criando também uma ponte entre a teoria e a prática. A necessidade de buscar a resolução do problema, dessa forma, retira o foco do aprendizado do professor e passa-o para o aluno, que é incentivado a aprender de forma mais independente e, principalmente, de forma colaborativa com seus colegas. “Aprender a aprender” talvez seja um dos principais objetivos da metodologia PBL.

Os problemas são apresentados aos estudantes em sessões tutoriais, geralmente com pequenos grupos. As sessões tutoriais possuem dois agentes principais: os alunos e o tutor. Aos alunos cabe a organização da discussão, e o encaminhamento e busca das soluções para os problemas. Ao tutor cabe garantir a condução do processo. Uma dinâmica bastante utilizada na metodologia para as sessões tutoriais é apresentada por [Delisle 1997]:

1. *Ponto de partida*: apresentação do problema aos alunos, leitura e interpretação;
2. *Brainstorming*: idéias são associadas livremente ao problema. É importante que as idéias não sejam descartadas sob pena de perder boas contribuições ou desestimular algum aluno mais tímido;
3. *Sistematização*: 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*: elaboração de questões com vistas a solucionar o problema;
5. *Metas de aprendizagem*: os alunos estabelecem metas de aprendizagem, que permitam responder as questões levantadas, e desenvolvem um plano de ação para atingi-las;
6. *Avaliação do processo*: são levantados os aspectos que podem estar dificultando o progresso do grupo, os quais variam desde o desempenho de algum membro e até o desempenho do próprio tutor;
7. *Seguimento*: na sessão tutorial seguinte, após os alunos completarem suas tarefas extra-classe, de acordo as metas definidas, o problema é revisitado para desfazer 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 sessão tutorial.

Todos os aspectos da metodologia são planejados com o objetivo de fazer com que o aluno desenvolva, além do conhecimento técnico, habilidades relevantes para sua vida profissional e mesmo pessoal, como expressão oral, colaboração e trabalho em grupo.

3. A Metodologia PBL no Estudo Integrado de Programação

Um dos eixos principais do curso de Engenharia de Computação da UEFS é a integração de componentes curriculares que agrupa disciplinas com conteúdos relacionados em um mesmo período letivo, compartilhando trabalhos, desafios e oportunidades de aprendizado.

Dentre os elementos de integração curricular presentes no currículo do curso, destacam-se os componentes curriculares intitulados Estudos Integrados (EI). Um EI tem por objetivo ser um componente integrador sobre certo tema, sendo organizado em módulos:

Durante o estudo integrado, o estudante é apresentado a certo tema ou problemas abrangentes e, para compreender o tema ou resolver os problemas, torna-se necessário adquirir novos conhecimentos, os quais são agrupados em módulos. [...] Um módulo é um recorte em determinados campos do conhecimento, organizado de forma articulada, auto-contida e coesa para acontecer o processo de ensino/aprendizagem. [...] Os módulos de cada estudo integrado estarão, ao longo do curso, oportunizando a aprendizagem interdisciplinar, referenciados pelos componentes curriculares que compartilham do período letivo [UEFS 2004].

No currículo do curso há oito componentes de EI 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 (Algoritmos e Programação II, 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).

Os demais componentes curriculares, que não fazem parte de nenhum EI, 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, dentre outras.

O EI de Programação é formado por três módulos: Algoritmos e Programação II, Estruturas de Dados e Estruturas Discretas. O componente curricular é obrigatório, sendo oferecido neste formato desde 2003 com a criação do curso, atendendo ao projeto pedagógico. O conteúdo do primeiro módulo está relacionado aos princípios da programação orientada a objetos e algumas estruturas de dados básicas, como pilhas, filas e listas. O segundo aborda estruturas mais complexas, como funções de *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. Este EI possui um total de 180 horas, distribuídas igualmente entre os módulos, com duração de 1 semestre.

A metodologia de ensino-aprendizagem deste EI envolve aulas expositivas e sessões tutoriais. O módulo de Estruturas Discretas é ensinado através do método tradicional, com aulas expositivas de 4 horas semanais. A metodologia PBL é aplicada de forma integrada nos módulos Algoritmos e Programação II e Estruturas de Dados, com dois encontros semanais de 2 horas em sessões tutoriais.

Além de 4 horas de sessões tutoriais, outras 4 horas semanais são utilizadas para complementar o conteúdo do programa do EI de Programação. As sessões tutoriais são formadas por no máximo 10 alunos e as aulas teóricas são oferecidas para a turma completa. Os professores dos módulos utilizam aulas expositivas, palestras, e apresentações, para aprofundar assuntos relevantes e abordar temas não cobertos nos

problemas discutidos nas sessões tutoriais. Existem ainda consultorias que podem ser realizadas pelos professores durante os horários de aulas expositivas ou em horários extras com encontros individuais nos gabinetes dos professores.

Nas sessões tutoriais, são aplicados, discutidos e resolvidos problemas por grupos de alunos, com acompanhamento de professores como tutores. Os problemas são elaborados pelos professores e integram conteúdos trabalhados nos módulos de forma a integrá-los. A cada sessão, um aluno assume o papel de coordenador do grupo, que orienta e estimula a discussão, e dois alunos exercem as funções de secretário de quadro e secretário de mesa. Estes secretários são responsáveis por registrar as discussões, na lousa e em papel, compartilhando as anotações com os demais membros posteriormente. O tutor tem o papel de estimular a discussão, realizar questionamentos, e estabelecer um bom relacionamento dos alunos entre si e com o tutor [Santos et al. 2007]. Desta forma, o tutor deve interferir somente quando necessário, deixando a condução para os alunos, centrando neles o foco da sessão tutorial.

A resolução do problema não é tratada de maneira específica nas aulas expositivas. Estas aulas devem apresentar conteúdos que possam auxiliar na resolução, mas sem indicar como fazê-lo. Como metade da carga horária é dedicada a sessões tutoriais, as aulas expositivas omitem detalhes dos conteúdos, mas fornecem direcionamentos que podem ser explorados.

4. Materiais e Métodos

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

Para a obtenção da visão dos tutores, reuniões semanais foram realizadas durante todo o semestre, onde se discutia a elaboração dos problemas, o andamento dos grupos tutoriais, os critérios de avaliação e a distribuição dos conteúdos abordados nas aulas teóricas e nas sessões tutoriais.

A opinião dos alunos foi obtida através de um questionário aplicado a um total de 26 alunos, quantidade que representou aproximadamente 87% da turma. O questionário utilizado foi composto por 7 questões, as quais buscavam avaliar o quanto o aluno aprendeu com a aula expositiva e quanto aprendeu nos tutoriais e atividades extra-classe, quais estratégias de aprendizado extra-classe os alunos utilizaram, qual o esforço despendido na obtenção do aprendizado, avaliar se os problemas foram motivadores, quais as habilidades foram adquiridas, quais as vantagens e desvantagens do método PBL em relação ao método tradicional e por fim, analisar a aplicabilidade do método PBL no estudo de Programação.

A seguir serão apresentadas as questões que compuseram o questionário e o objetivo de cada uma delas:

1 - Como você considera que foi seu aprendizado através de aulas expositivas?

a) Péssimo; b) Ruim; c) Regular; d) Bom; e) Ótimo;

Objetivo: Analisar a percepção dos alunos sobre a efetividade do aprendizado durante a apresentação dos conteúdos feita pelo professor.

2 - Como você avalia seu aprendizado durante as sessões tutoriais e estudos com os colegas?

a) Péssimo; b) Ruim; c) Regular; d) Bom; e) Ótimo;

Objetivo: Analisar a percepção dos alunos sobre a efetividade do aprendizado enquanto inseridos em um grupo com diversidade de conhecimento (conhecimento transmitido e discutido pelos integrantes do grupo).

3 - Como você classifica seu aprendizado através da busca de conhecimento extra-classe?

a) Péssimo; b) Ruim; c) Regular; d) Bom; e) Ótimo;

Objetivo: Analisar a percepção dos alunos sobre a efetividade do aprendizado no processo de busca individual de conhecimento, através dos recursos de aprendizagem disponíveis, e pelo aprendizado autônomo ou colaborativo.

4 - Você acredita que a aplicação do método PBL nos módulos de Algoritmos e Programação II e Estruturas de Dados foi efetiva para aprender o que você aprendeu? Quantifique.

a) Não acredito; b) Acredito parcialmente; c) Acredito totalmente;

Objetivo: Analisar se, na percepção dos alunos, o método PBL foi eficiente para o direcionamento, absorção e fixação do conhecimento.

5 - Como você avalia a motivação gerada pelos problemas apresentados durante o curso?

a) Péssimo; b) Ruim; c) Regular; d) Bom; e) Ótimo;

Objetivo: Avaliar se os problemas apresentados durante o curso foram motivadores para os alunos, de forma que estes sentissem vontade de buscar o conhecimento relacionado com o problema, com o objetivo de resolvê-lo.

6 - O curso aumentou a sua afinidade com programação?

a) Não aumentou; b) Aumentou pouco; c) Aumentou; d) Aumentou muito;

Objetivo: Comparar a afinidade que o aluno possuía com programação antes e depois do curso, visando avaliar se o curso conseguiu atingir o objetivo a que se propunha.

7 - Dê uma nota de 0 à 10 para o curso (avaliar-o de acordo com as habilidades e conteúdos adquiridos e a forma de aprendizado). Justifique.

Objetivo: Analisar qualitativamente a percepção do aluno sobre qualidade do curso, correlacionando também com as escolhas das alternativas das questões anteriores.

5. Análise dos Resultados

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.

5.1 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 do aluno não ter respondido todas as questões.

Nas Figuras 1, 2 e 3 pode-se observar o padrão de resposta das 3 primeiras questões, relacionadas à percepção dos alunos sobre seu aprendizado nas situações distintas das aulas expositivas, das sessões tutoriais e extra-classe. Enquanto quase todas as respostas da questão 1 (aprendizado nas aulas expositivas) estão concentradas em péssimo, ruim ou regular, nas questões 2 e 3 (aprendizado na sessão PBL e extra-classe), as respostas são quase todas ótimo, bom ou regular. Isso indica que os alunos atribuem seu aprendizado as 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 expositivas. Esta mudança de foco do aprendizado do professor para o próprio aluno é uma das metas da aplicação do método PBL e um indicativo da efetividade do método neste estudo de caso.

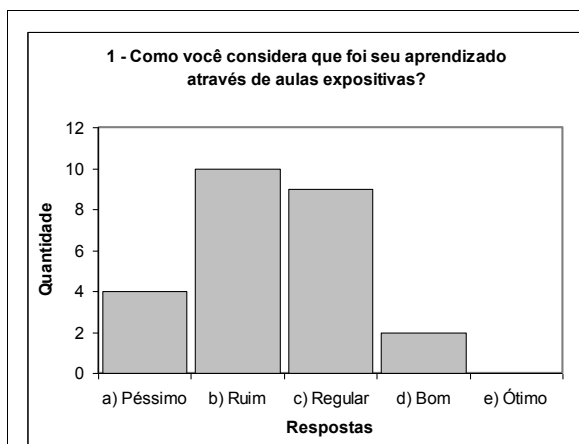


Figura 1. Respostas da questão 1.

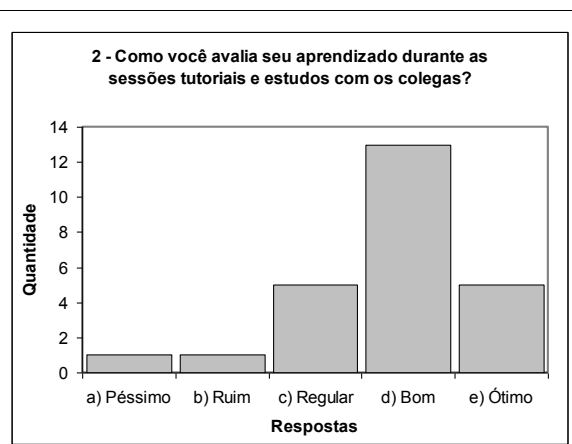


Figura 2. Respostas da questão 2.

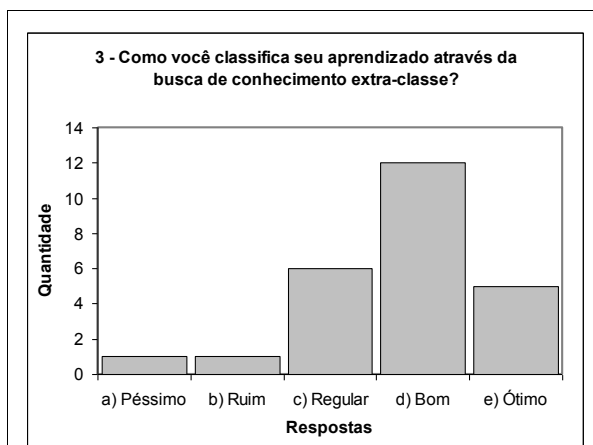


Figura 3. Respostas da questão 3.

De forma mais direta, ao analisar as respostas da questão 4, mostradas na Figura 4, sobre a percepção dos alunos em relação a 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 extra-classe foi bom ou ótimo. Dentre 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 extra-classe, 8 responderam bom e só 3 responderam regular. Isso parece indicar que a efetividade do método, para os alunos, está muito associada às sessões tutoriais, e que o aprendizado extra-classe não é uma demanda do método PBL, embora seja um dos momentos principais do método, pois é nele que o aluno de fato realiza sua autonomia no aprendizado.

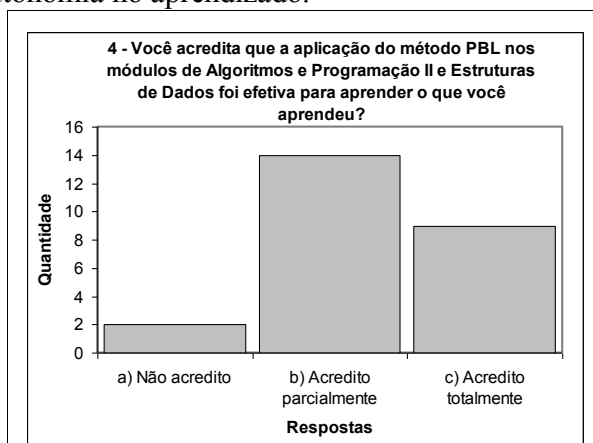


Figura 4. Respostas da questão 4.

Em relação à capacidade de motivação dos problemas para o aprendizado (Figura 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, do aprendizado. Relacionando a questão 9 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. Este 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 neste tipo de atividade.

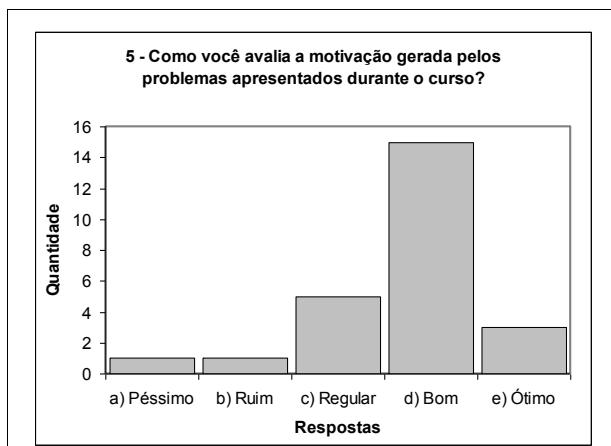


Figura 5. Respostas da questão 5.

A capacidade de aumentar a afinidade do curso com a temática de programação de computadores foi avaliada pela questão 6, ilustrada na Figura 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 extra-classe, e para a questão 9, 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 associada com a qualidade do aprendizado e com a 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.

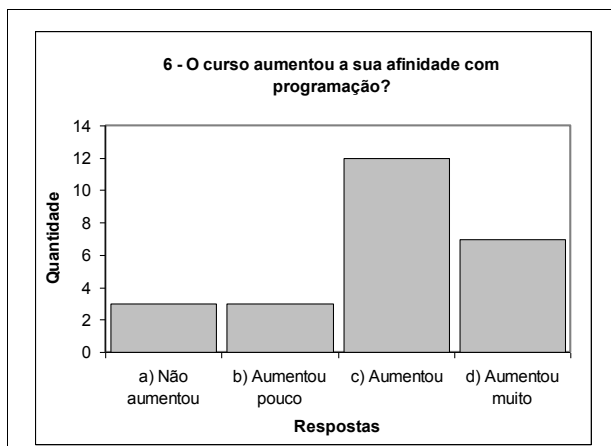


Figura 6. Respostas da questão 6.

A nota média dada pelos alunos ao curso de programação, mostrada na Figura 7, foi de 6,37, sendo que 17 alunos deram notas até 7 e somente 8 deram notas acima de 7. Comparando com a avaliação do aprendizado nas aulas expositivas, nas sessões tutoriais e nas atividades extra-classe, não existe nenhum padrão relevante de respostas que correlacione estes 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 6, sobre a efetividade do método para o aprendizado, nota-se que dos alunos que acreditam parcialmente nesta efetividade, 10 alunos deram notas de 4 a 6, e 4 alunos notas acima de 6. Já os 9 alunos que concordaram totalmente com a efetividade, todos deram notas igual ou maior a 6. 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.

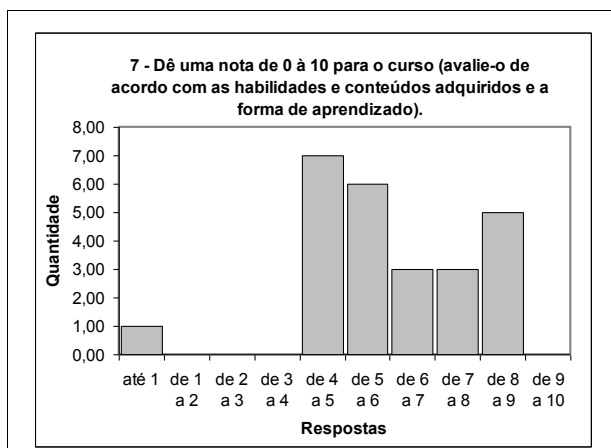


Figura 7. Respostas da questão 7.

5.2 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.

Dentre os benefícios, destaca-se o trabalho em equipe, com o aprimoramento das habilidades de relações interpessoais. Ao trabalhar em grupo, seja durante as sessões tutoriais ou em reuniões extra-classe, todos os membros ajudam, de forma colaborativa, na construção do novo conhecimento, aprendendo a expressar e 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 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.

O método PBL requer que os estudantes sejam ativos, fazendo escolhas sobre como e o que eles 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. Estas dificuldades estão relacionadas com a elaboração de problemas e com a baixa carga horária de aulas expositivas.

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

Por fim, a baixa carga horária de aulas expositivas, 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 realização de sessões tutoriais. No entanto, como o objetivo principal desta 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 todo.

6. Conclusão

O trabalho apresentado neste artigo, baseado nas perspectivas de alunos e professores, demonstra que o método PBL pode ser aplicado com sucesso ao ensino de Programação. 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 nos 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 estes docentes.

Baseado nestas perspectivas é possível perceber que o bom funcionamento do método PBL está diretamente relacionado com o preparo e adaptação dos professores (capacidade de elaborar 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 este método possui suas peculiaridades. Para auxiliar neste 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.

7. Referências Bibliográficas

Batista, N., Batista, S. H., Goldenberg, P., Seiffert, O., Sonzogno, M. C. (2005) Problem-solving approach in the training of healthcare professionals”. *Revista Saúde Pública*, vol. 39, no. 2, pp. 231-237.

- Boud, D., Feletti, G. (1997) *The Challenge of Problem-Based Learning*. London: Kogan Page.
- Cline, M., Powers, G. J. (1997) "Problem based learning via open ended projects in Carnegie Mellon University's chemical engineering undergraduate laboratory," *Proceedings of 27th Annual Frontiers in Education (FIE) Conference*, vol. 1, pp. 350–354.
- Costa, L. R. J., Honkala, M. & Lehtovuori, A. (2007) "Applying the Problem-Based Learning Approach to Teach Elementary Circuit Analysis", *IEEE Transactions on Education*, v. 50, n. 1, p. 41-48.
- Delisle, R. (1997) *How to use problem-based learning in the classroom*. ASCD: Alexandria, Virginia, EUA.
- Duch, B. J., Groh, S. E., Allen, D. E. (2001) "The Power of Problem-Based Learning: a practical "how to" for reaching undergraduate courses in any discipline", Virginia: Stylus Publishing, LLC.
- Kampen, P. V., Banahan, C., Kelly, M., Mcloughlin, E., O'leary, E. (2004) "Teaching a single physics module through problem-based learning in a lecture-based curriculum", *Amer. J. Phys.*, v. 72, n. 6, p. 829–834.
- Laplaca, M. C., Newsletter, W. C., Yoganathan, A. P. (2001) "Problem-based learning in biomedical engineering curricula", *Proceedings of 31st Annual Frontiers in Education (FIE) Conference*, v. 2, p. F3E-16–F3E-21.
- Santos, D. M. B., Rezende, G., Bertoni, F. C., Sena, C. P. P. & Bittencourt, R. A. (2007) "Aplicação do Método de Aprendizagem Baseada em Problemas no Curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana", *XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Curitiba, Paraná, p. 2A07-1-2A07-14.
- Savin-Baden, M. (2000) *Problem-Based Learning in higher education: untold stories*. Buckingham, Open University Press.
- Striegel, A. & Rover, D. T. (2002) "Problem-based learning in an introductory computer engineering course". *32nd Frontiers in Education Conference*, Boston, MA, v. 2, p. FIG7–FIG12.
- UEFS (2004) Resolução CONSEPE 40/2004, Regulamenta a oferta dos componentes curriculares "Módulo Isolado" e "Estudo Integrado" para o curso de graduação em Engenharia de Computação. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia. Brasil.