

PBL NO ENSINO DE TESTES DE SOFTWARE: UMA EXPERIÊNCIA PRÁTICA

Caliane de O. Figuerêdo¹, Simone C. dos Santos², Gustavo H. S. Alexandre³, Paulo H. M. Borba⁴

Abstract — *The activity of software testing is an area of IT that has grown over the years and that is directly related to the need to produce quality products that meet increasing demands. By focusing on the professionals responsible for quality assurance, as the Engineer of Tests, skills and competence of these need to be developed based on a very critical and detailed view of the problem. In this context, this paper proposes the adoption of PBL (problem-based learning) as a teaching methodology for the professionals training in software testing. To prove the applicability of this proposal, an empirical study was developed with positive results in teaching the discipline of testing.*

Index Terms — *Problem-Based Learning, Software Testing, Training.*

INTRODUÇÃO

A indústria de software atual tem apresentado uma demanda cada vez maior por profissionais capacitados em testes de software, devido à preocupação das empresas em entregar produtos de qualidade para os seus clientes. Neste cenário, as habilidades e competências dos Engenheiros de Testes precisam ser desenvolvidas com base numa visão crítica e detalhada do problema, dentro de um contexto real de mercado. Do ponto de vista acadêmico, geralmente, a formação destes profissionais é baseada na aprendizagem de conceitos e fundamentos, com pouca ênfase no desenvolvimento de habilidades voltadas para a aplicação prática de conceitos e resolução de problemas reais [1].

Neste sentido, a aprendizagem baseada em problemas (PBL) surge como uma possível solução para este desafio, e tem sido aplicada em diferentes áreas de mercado. De acordo com [2], métodos que criam espaços para aprender fazendo, aprender a aprender, trabalhar em equipes autênticas e refletir sobre o aprendizado através de comunicação oral e escrita são especialmente desejados.

Em [3], os autores relatam que este método vem se firmando, nas últimas décadas, como uma das mais importantes inovações da educação, tornando-se, em diversos países, um poderoso instrumento para a reflexão e

questionamento a cerca da razão de ser, das finalidades da formação profissional e das mudanças que devem ser implementadas.

Diante deste contexto, a principal contribuição deste artigo é relatar a experiência da aplicação do método de aprendizagem baseado em problemas em um Programa de Capacitação em Testes de Software (PCTS), direcionado a alunos de graduação (futuros profissionais de testes de software), no qual o aprendizado é motivado por meio de um projeto real.

O PCTS foi implementado pelo Laboratório de Produtividade de Software (LabPS) do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para a Engenharia de Software (INES) no Centro de Informática da Universidade Federal de Pernambuco (CIn-UFPE), com a colaboração de parceiros do instituto de inovação C.E.S.A.R (Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife) e da indústria de software de Pernambuco, Brasil.

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

A aprendizagem baseada em problemas (PBL) é um método de ensino que tem como característica principal um processo que utiliza problemas para iniciar e motivar a aprendizagem de conceitos e promover habilidades e atitudes necessárias a sua solução, diferentemente dos métodos convencionais que colocam um problema de aplicação ao final da apresentação de um conteúdo [4].

Neste modelo, os papéis do aluno e do professor/tutor são diferentes da abordagem tradicional. De acordo com [5], os professores/tutores atuam como direcionadores (técnicos) ajudando os alunos a identificarem um caminho para alcançar o aprendizado necessário para solucionar um problema. Assim, o estudante muda de papel no processo de aprendizagem, passando de receptor passivo para ativo, responsável pelo seu aprendizado.

O PBL não almeja apenas a solução de um problema. O objetivo deste método é também incluir a aquisição de uma base de conhecimentos integrada e estruturada em torno de problemas da vida real, bem como a promoção de habilidades de trabalho em grupo, aprendizagem autônoma e

1 Caliane de O. Figuerêdo, UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luis Freire, S/N - Cidade Universitária, 50.740-540, Recife-PE, Brasil, cof@cin.ufpe.br

2 Simone C. dos Santos, UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luis Freire, S/N - Cidade Universitária, 50.740-540, Recife-PE, Brasil, scs@cin.ufpe.br

3 Gustavo H. S. Alexandre, C.E.S.A.R - Centro de Estudos e Sistemas Avançados do Recife, Rua Bione, 220, Bairro do Recife, 50.030-390, Recife-PE, Brasil, gustavo.alexandre@cesar.org.br

4 Paulo H. M. Borba, UFPE - Universidade Federal de Pernambuco, Av. Prof. Luis Freire, S/N - Cidade Universitária, 50.740-540, Recife-PE, Brasil, phmb@cin.ufpe.br

atitudes tais como cooperação, ética e respeito pela opinião do outro [6]. Além disso, uma metodologia PBL efetiva é fortemente orientada a processos e acompanhada por instrumentos que possam avaliar a sua efetividade. A imersão prática na qual os estudantes são submetidos exige um planejamento de ensino que envolve a definição da estrutura do ambiente prático, de objetivos educacionais, de papéis do capital humano envolvido e da avaliação de resultados.

METODOLOGIA PARA CAPACITAÇÃO EM TESTES

O PCTS é direcionado para alunos de graduação em Ciência da Computação e áreas afins, tendo como objetivo proporcionar a estes alunos o domínio e a disseminação de conhecimentos técnicos na área de testes de software através de uma metodologia de ensino diferenciada, onde o aprendizado é motivado pro meio de projetos reais.

Na metodologia de ensino do PCTS, a execução de um projeto é guiada por um Módulo de Aprendizagem (MA), definido no programa como um conjunto de tarefas, treinamentos, técnicas e ferramentas, que visam o aprendizado teórico e prático de um conteúdo específico [1].

Na execução dos projetos deste programa, os estudantes foram divididos em equipes pequenas e heterogêneas: uma equipe alocada no turno da manhã e; a segunda equipe no turno da tarde. Essas equipes foram compostas por alunos de diferentes instituições e de diferentes períodos da graduação. Para cada novo projeto há alocação dos papéis de cada aluno dentro da equipe de testes, tais como: gerente de testes, analista de testes e executor de testes. Apesar dessa alocação de papéis, cada integrante se envolve em todas as etapas do processo de testes.

Para orientar os alunos na execução dos projetos, o programa de capacitação conta com a participação de um **gestor** (responsável pelo acompanhamento e controle dos projetos), e uma rede de colaboradores voluntários que atuam como **tutores** (responsáveis por ministrar treinamentos e preparar material de ensino, atuando como avaliador e facilitador do aprendizado do aluno) e **consultores** (especialistas em testes de software, que ajudam na definição e planejamento dos módulos de aprendizagem) do programa.

O acompanhamento do aprendizado é realizado de forma contínua, recorrendo-se a três modalidades de avaliação definidas por Bloom [7]:

- **Diagnóstica:** determinar se o estudante possui os pré-requisitos necessários para a aquisição de novos conhecimentos específicos;
- **Formativa:** monitora o progresso da aprendizagem, e tem como propósito prover *feedback* para o aluno, daquilo que ele aprendeu e do que precisa aprender, e para o professor, identificando as falhas dos alunos e quais aspectos da instrução que devem ser modificados [8]. No contexto de projetos do PCTS, as avaliações

formativas são realizadas analisando os seguintes aspectos: (a) **conteúdo**, avaliação baseada no conteúdo ministrado nos treinamentos, observando o conhecimento teórico adquirido; (b) **processo**, avaliação baseada no acompanhamento das atividades do processo e cumprimento de prazos, observando a oralidade, postura, pontos fortes e de melhoria e pontualidade; (c) **entregas**, avaliação dos artefatos produzidos, observando características como padronização, organização, completude, corretude, criatividade e aplicabilidade;

- **Somativa:** modelo de avaliação mais comumente utilizado pelas instituições de ensino, foi utilizada para classificar um estudante no desfecho de aprendizagem desejado.

O conceito final (CF) dos alunos inclui as notas das avaliações formativas (AFs) e somativa (AS).

$$CF = (AFs/3 \times 0,6) + (AS \times 0,4). \quad (1)$$

Numa escala de 0 a 10, o conceito final dos alunos é considerado satisfatório se a nota estiver no intervalo entre 7 e 9. Abaixo desse intervalo a nota é considerada ruim e acima de 9 o resultado é excelente. Nos casos em que o conceito final do aluno não for satisfatório, procura-se identificar as lacunas de aprendizagem e trabalhar as melhorias necessárias para que ele desenvolva os conhecimentos e requisitos necessários à sua aprovação nos projetos seguintes.

RESULTADOS DA APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

O projeto relatado neste artigo, parte do PCTS, teve uma duração de 4 meses. O desafio lançado aos alunos foi realizar testes exploratórios na ferramenta TaRGeT (*Test and Requirement Generation Tool*), com o objetivo de encontrar as falhas, verificar a conformidade com os requisitos e aumentar a confiabilidade da ferramenta. O teste exploratório é baseado nas habilidades, intuições e experiências do testador, sem a necessidade de roteiros de testes [9]. Por ser investigativo estimula a criatividade e desafia o testador a projetar testes melhores e mais eficazes.

Inicialmente, a turma era composta por 10 alunos organizados em 2 equipes de 5 integrantes, uma equipe alocada no turno da manhã (Scan) e a outra no turno da tarde (Câmbio).

No primeiro dia de atividades do projeto, as equipes Scan e Câmbio foram orientadas pelo gestor do programa de capacitação em relação aos objetivos e atividades do projeto, com atenção aos prazos, artefatos a serem entregues, e processo de avaliação. Para a realização dessas atividades, os alunos tinham como guia o conteúdo e os elementos definidos no módulo de aprendizagem de teste exploratório, como também o apoio dos tutores e consultores envolvidos

no projeto, recursos e um ambiente favorável ao aprendizado teórico e prático.

Módulo de Aprendizagem de Teste Exploratório

O módulo de aprendizagem de teste exploratório representa o conteúdo a ser estudado e aplicado no projeto, além de dispor de elementos que guiarão os alunos na execução de suas atividades. Em [1], o autor descreve esses elementos como sendo:

- **Objetivos Educacionais:** os objetivos educacionais do MA que guia o projeto “LabPS – Teste Exploratório” é que, ao final do projeto, o aluno seja capaz de conhecer, compreender e aplicar os conceitos, processos e técnicas de teste exploratório, em conjunto com algumas técnicas de modelagem de testes caixa preta, que ajudam o testador a selecionar os cenários de testes de forma mais precisa e é eficaz em detectar determinados tipos de erros. Além disso, espera-se também o desenvolvimento de habilidades de comunicação oral e escrita, e trabalho em equipe;
- **Estratégia de Testes:** a estratégia de testes do módulo aborda as técnicas de teste utilizadas. Uma técnica de testes diz respeito a como testar. As técnicas abordadas no módulo foram: (a) *Session Based & Charter*, uma técnica de teste exploratório utilizada para tornar o teste exploratório mais efetivo e com objetivos mais claros. Nesta abordagem o teste exploratório é realizado em sessões (caixas de tempo) de cerca de 90 minutos, podendo variar de 60 a 120 minutos. Cada sessão deve cumprir uma missão previamente definida (charter), descrevendo a intenção do que deve ser testado e não como o teste deve ser realizado; (b) *Técnicas de Modelagem de Teste Caixa Preta*: são técnicas que ajudam o testador a selecionar os cenários de testes de forma mais precisa e é eficaz em detectar determinados tipos de erros;
- **Processo de Teste:** esse elemento define os papéis, responsabilidades, fases e artefatos da atividade de teste. Este processo foi adaptado para a realização de testes exploratórios baseado em sessão, onde não existe a criação de casos de testes, mas a criação de charters (missões de testes) na fase de projeto de testes. Além disso, o registro de incidentes é feito após o término da execução do teste, e não durante a sua execução. Nesse processo os papéis se resumem a gerente de testes e testador. O gerente de testes planeja, gerencia e controla as atividades, o cronograma e a equipe de testes. O testador é quem cria e executa os testes. As fases ou etapas do processo foram definidas tendo como base as práticas de teste exploratório relatadas em [10], com algumas adaptações para o projeto de teste em questão: (a) *Planning*, nessa etapa é onde ocorre a definição do escopo dos testes e elaboração do plano de testes; (b) *Design*, etapa que consiste na criação dos charters onde é feito o registro das idéias e planos do testador; (c)

Session, consiste na execução dos charters, onde cada sessão é baseada em um charter, incluindo o tempo de preparação do ambiente de testes, execução e investigação e registro de falhas (*Bugs*); (d) *Debrief*, é uma conversa rápida entre o gerente de testes e o testador sobre a sessão e os resultados encontrados, para verificar se o que estava dentro do plano foi realmente testado, planejar novas sessões de testes; (e) *Bug Tracking*, é a fase de acompanhamento das falhas (*Bugs*) registradas, até que elas cheguem a um estado final;

- **Ferramentas de apoio:** as ferramentas TestLink (gerenciamento e execução dos testes), Mantis (gerenciamento de incidentes), e DotProject (gerenciamento de projetos) foram definidas como ferramentas de apoio ao processo de testes. O TestLink e o Mantis já haviam sido utilizados pelos mesmos alunos em um módulo anterior a este;
- **Treinamentos:** foram planejados quatro treinamentos para serem ministrados durante a execução do projeto de teste: (a) DotProject, por ser uma ferramenta ainda não utilizada pelos alunos; (b) Teste exploratório, abordando os principais conceitos e técnicas de teste exploratório; (c) *Session Based & Charter*, por ser uma técnica de teste exploratório mais efetiva e controlada; (d) *Técnicas de Modelagem de Testes Caixa Preta*, abordando as principais técnicas para a seleção e elaboração de cenários de testes, no intuito de induzir os alunos a testarem de forma mais criativa e criteriosa.

Execução do projeto

Após as apresentações iniciais, a primeira atividade do projeto foi planejar os testes. Embora já tivessem utilizado a ferramenta TaRGeT como ferramenta de apoio para a geração de casos de testes de forma automatizada em um projeto anterior a este, as duas equipes relataram dificuldades no entendimento de algumas funcionalidades da ferramenta, como também de analisar a complexidade e o nível de criticidade de cada uma delas para a definição do escopo dos testes e elaboração do plano de testes, artefato que deveria ser entregue ao final da etapa de planejamento dos testes.

A elaboração do plano de teste exigiu um conhecimento a cerca da ferramenta a ser testada, dos conceitos e técnicas de teste exploratório, do ambiente, dos recursos e métricas de testes. Após alguns dias de investigação do problema, o cliente do projeto, que nesse caso também estava exercendo o papel de desenvolvedor da ferramenta, foi convidado a participar de algumas reuniões com as equipes Scan e Câmbio para responder as dúvidas dos alunos e ajudar a definir quais funcionalidades eram mais críticas e quais funcionalidades poderiam eventualmente ficar de fora do escopo dos testes. Por ser um projeto real, a participação do cliente é essencial para um bom entendimento dos objetivos e requisitos de testes.

Ao longo da execução do projeto, outras dificuldades foram surgindo e motivando os estudantes a buscarem repostas para solucionar os problemas encontrados, e com o apoio dos colaboradores do projeto (gestor, tutor, consultor), foram colocados em prática os recursos de aprendizagem definidos no módulo, para direcionar e orientar os alunos na resolução dos questionamentos e dificuldades identificadas, como a realização de treinamentos, indicações de livros e referências das principais publicações sobre a atividade de teste exploratório, e reuniões com os tutores, o que ajudou muito na execução das atividades, gerando muita discussão e aprendizado.

No teste exploratório baseado em sessão a execução do teste é orientada pelo objetivo do teste (*charter*) com foco em funcionalidades específicas, definidas previamente, sem a necessidade de um roteiro de teste. Um dos pontos mais discutidos durante as reuniões semanais foram a respeito das divergências de opiniões sobre a utilização de um *template* (opcional) para fazer anotações durante a execução de teste e sobre as observações em relação à dificuldade dos alunos para relatar uma falha na ferramenta Mantis, causando alguns atrasos por conta do entendimento desses registros de defeitos. Após algumas orientações dos tutores, leituras de artigos e reuniões, os alunos entraram em um consenso e optaram em utilizar o *template* de anotações, inclusive sugerindo melhorias para o mesmo. Para auxiliar a atividade de registro de defeitos, um novo treinamento, intitulado “Como Relatar Bugs de Maneira Eficaz” foi adicionado ao módulo e ministrado para os alunos. As orientações repassadas neste treinamento facilitaram muito o trabalho de gerenciamento dos defeitos (*BugTracking*), e principalmente a comunicação escrita na hora de reportar as falhas, de maneira mais clara e objetiva.

Ao final do módulo, as equipes apresentaram os resultados do projeto para o cliente e todos os envolvidos no processo. As métricas coletadas e os resultados obtidos na avaliação dos testes foram considerados satisfatórios pelo cliente e tutores do projeto. Em comparação com as falhas encontradas na execução via roteiros de testes, realizados em projeto anterior na mesma ferramenta, o número de falhas encontradas foi maior e grande parte delas consideradas críticas, analisando o grau de prioridade e severidade dessas falhas. Outro resultado importante foi a identificação de alguns defeitos que normalmente são ignorados ou difíceis de encontrar. Importante ressaltar também que embora as duas equipes tenham realizado os testes na mesma ferramenta, as falhas encontradas pela equipe Scan foram diferentes das falhas encontradas pela equipe Câmbio. Isto reforça a importância da estratégia de testes utilizada, assim como o método de ensino aplicado no projeto. Além desses resultados, durante a apresentação foi possível observar que os alunos realizaram um bom trabalho em equipe, demonstrando o domínio dos conhecimentos teóricos e práticos da estratégia de testes adotada no módulo, como também avanços na comunicação verbal e oral. Essas habilidades foram observadas também nas revisões dos

artefatos entregues e apresentação de status report do projeto.

Avaliação do Módulo de Aprendizagem

O projeto “LabPS – Teste Exploratório” foi o primeiro projeto do programa de capacitação onde foi possível aplicar um processo de avaliação que permitiram obter resultados mais concretos em relação aos objetivos de aprendizagem propostos inicialmente para o módulo de aprendizagem de teste exploratório.

Embora o projeto tenha iniciado com a participação de 10 alunos, apenas 6 concluíram o módulo. Durante a sua realização 4 alunos saíram do programa de capacitação, um por motivo de conclusão de curso de graduação, outro por mudança de cidade e os outros dois por terem sido selecionados em programas de estágio curricular. Portanto, foram descritos nesta seção apenas os resultados referentes aos 6 alunos que concluíram todas as atividades do projeto e participaram de todas as avaliações.

Para cada modalidade de avaliação foram definidos os seguintes critérios e métodos:

- **Critérios de avaliação:** Foram definidos os critérios de avaliação para o conteúdo, entregas, e processo. Nas avaliações de conteúdo os alunos foram avaliados em relação ao conhecimento teórico. Os artefatos gerados pelos alunos (entregas) foram avaliados em relação a padronização, organização, completude, correteude, criatividade, aplicabilidade e pontualidade. Nas apresentações (status report), os critérios foram oralidade, postura, aparência, slides, acompanhamento das atividades, pontos fortes e de melhoria.
- **Métodos de avaliação:** Foram definidos métodos de avaliação (individual/equipe), tendo como instrumentos de avaliação, provas objetivas para as avaliações diagnósticas e somativa, provas dissertativas, exercícios ou apresentação oral para as avaliações do tipo formativas.

O processo de avaliação teve início com a aplicação de uma avaliação diagnóstica no início do projeto para cada aluno, de forma individual, no intuito de verificar o conhecimento dos alunos em relação ao conteúdo do módulo de aprendizagem de teste exploratório. Nessa avaliação metade dos alunos tiveram notas abaixo da média (7,0). Após uma análise das respostas e reunião de *feedback* com os alunos, verificou-se pouco conhecimento a respeito do conteúdo a ser ministrado no módulo. Em seguida iniciaram-se as avaliações formativas de conteúdo, processo e entregas. A Tabela I apresenta as notas dos alunos nas avaliações formativas.

TABELA I
AVALIAÇÕES FORMATIVAS

Estudantes	Conteúdo	Entregas	Processo
Estudante 1	9,4	9,6	9,1
Estudante 2	8,6	9,7	9,1

Estudante 3	8,1	9,5	8,3
Estudante 4	8,6	8,7	8,3
Estudante 5	8,5	9,5	8,3
Estudante 6	9,0	9,4	8,3

As notas das avaliações de conteúdo (treinamentos) e entregas (artefatos gerados no projeto) foram individuais, as avaliações de processo (apresentação de *status report*, pontualidade e acompanhamento das atividades) foram realizadas em equipe. Para cada avaliação formativa realizada, os alunos receberam uma *feedback* dos tutores envolvidos, e dessa forma as lacunas do aprendizado foram sendo preenchidas e observadas nas avaliações seguintes e nas atividades práticas do projeto.

Ao final do módulo, após a conclusão de todas as atividades do projeto, foi aplicada uma avaliação somativa (prova objetiva), individual, de caráter classificatório. A Tabela II apresenta as notas das avaliações formativas e somativas, destacando o conceito final dos alunos ao final do módulo.

TABELA II

CONCEITO FINAL DOS ALUNOS

Estudantes	Média das Avaliações Formativas	Avaliação Somativa	Conceito Final
Estudante 1	9,4	6,0	8,0
Estudante 2	9,1	10,0	9,5
Estudante 3	8,6	7,0	8,0
Estudante 4	8,5	9,8	9,0
Estudante 5	8,8	7,5	8,3
Estudante 6	8,9	7,0	8,1

Pode-se observar na Tabela II, que as notas da avaliação somativa foram abaixo da média das avaliações formativas. Mesmo assim, apenas 1 aluno tirou uma nota abaixo de 7,0, e esse mesmo aluno teve um ótimo rendimento nas avaliações formativas. Ao ser questionado pela nota baixa, o aluno respondeu que não havia dormido na noite anterior realizando uma tarefa da sua graduação. Se não fosse o acompanhamento individual através das avaliações formativas, esse aluno poderia ser considerado como possuidor do conhecimento de 60% de tudo o que foi abordado no módulo. No entanto, de acordo com [8] é possível que este aluno tenha aprendido mais (ou menos) do que ele obteve na sua nota somativa ou no conceito final. Por isso a importância de um processo de avaliação contínuo favorecendo o devido acompanhamento e orientação dos alunos no decorrer do módulo.

Considerando o conceito final, o acompanhamento individual de cada aluno e, analisadas as observações do gestor, tutores, e do cliente do projeto, os resultados foram muito positivos, apontando apenas uma necessidade de melhoria do módulo em relação ao conteúdo teórico dos treinamentos e atenção aos prazos, por conta dos atrasos em algumas atividades, devido as dificuldades relatadas na execução do projeto e do processo de avaliação, visto que foi a primeira vez que as avaliações foram aplicadas no programa de capacitação.

CONCLUSÃO

A metodologia de capacitação em testes de software proposta neste trabalho usando o PBL como abordagem de ensino e aprendizagem possibilitou uma experiência profissional e permitiu ao estudante vivenciar situações reais da atividade de teste de software, ao mesmo tempo em que competências não técnicas eram exercitadas. Os trabalhos realizados e apresentados pelos alunos refletiram a realidade exigida pelo mercado de trabalho e os objetivos educacionais propostos para o módulo foram atingidos na medida em que os resultados obtidos foram positivos. O processo de avaliação adotado no projeto “LabPS – Teste Exploratório” forneceu instrumentos de acompanhamento e controle que contribuiu de forma significativa para esse resultado.

A metodologia proposta será implementada em novos projetos do Programa de Capacitação em Testes do LabPS. Embora adotada com sucesso no projeto “LabPS – Teste Exploratório”, a utilização desta metodologia em novos experimentos é essencial para comprovar a sua aplicabilidade.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi apoiado [em parte] pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia para Engenharia de Software (INES), financiado pelo CNPq e FACEPE, processos 573964/2008-4 e APQ-1037-1.03/08.

REFERÊNCIAS

- [1] Figuerêdo, C. O., Santos, S. C., Alexandre, G. H. S., Borba, P. H. M., “Using PBL to Develop Software Test Engineers”, *Accepted paper at 14th IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education (CATE 2011)*, Cambridge, United Kingdom, 2011.
- [2] Santos, D. M. B., et al., “Aplicação do Método de Aprendizagem Baseada em Problemas no Curso de Engenharia da Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana”, *XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2007)*, Curitiba, Paraná, Brasil, Setembro, 2007, pp. 1-14.
- [3] Boud, D., Feletti, G., “The Challenge of Problem-Based Learning”, *Kogan Page*, London, 1998.
- [4] Ribeiro, L. R., Mizukami, M. G. N., “A PBL na Universidade de Newcastle: Um Modelo para o Ensino de Engenharia no Brasil?” *Olhar de Professor*, Vol. 7, Ponta Grossa, Brasil, 2004, pp. 133-146.
- [5] Santos, D. M. B., Saba, H., Junior, J. R., Sarinho, V., “Integrando as Disciplinas de Engenharia de Software, Análise e Projeto de Sistemas e Banco de Dados utilizando PBL”. *XXVII Congresso da SBC, XV Workshop de Educação em Informática*, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2007, pp. 66-75.
- [6] Barrows, H. S., “Problem-Based Learning (PBL)”, *Disponível em <http://www.pbli.org/pbl/pbl.htm>*. Último acesso: 05 de maio de 2011.
- [7] Bloom, B. S. et al., “Manual de Avaliação Formativa e Somativa do Aprendizado Escolar”, *Pioneira*, 1ª edição, São Paulo, 1983.
- [8] Alexandre, G. H. S., Santos S.C., Tedesco P.C. A. R., “Using Bloom’s Cognitive Domain in Web Evaluation Environments”, *2nd*

International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2010), Valencia, Spain, 2010.

- [9] Black. R., "Advanced Software Testing: Guide to the ISTQB Advanced Certification as an Advanced Test Analyst". *Rocky Nook Inc*, USA, Vol. 1, 1st edition, 2009.