

AVALIANDO A EFICÁCIA DE PROBLEMAS APLICADOS EM UMA DISCIPLINA DE SISTEMAS DIGITAIS USANDO A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

João Carlos N. Bittencourt – joacarlos@ecomp.uefs.br

Anderson S. Rocha – andersoncomp091@gmail.com

Ângelo A. Duarte – angeloduarte@ecomp.uefs.br

José Amâncio M. Santos - zeamancio@ecomp.uefs.br

Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), Departamento de Tecnologia

Avenida Transnordestina S/N, Novo Horizonte – 44.036-900 – Feira de Santana – BA

***Resumo:** O PBL (Problem Based Learning) é uma metodologia onde os alunos deixam de ser entidades passivas na sua formação, para se tornarem elementos ativos ao longo do processo de aprendizado. Ao contrário das metodologias tradicionais, no PBL o problema antecede o conteúdo e passa a ser o elemento de incentivo para os estudantes. Graças a isso o problema torna-se o principal instrumento para o sucesso da metodologia e vem sendo alvo de estudos que buscam melhorar o seu processo de construção. Desde 2003, o curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) utiliza esta metodologia por meio dos chamados Estudos Integrados Temáticos (EI). Este artigo apresenta as características da metodologia e um modelo de aplicação do PBL no ensino de Arquitetura de Computadores, baseado no EI de Sistemas Digitais na UEFS. A finalidade deste trabalho é analisar os problemas sob a óptica da Taxonomia de Bloom Revisada, demonstrando como a utilização da classificação dos níveis cognitivos pode contribuir para a gestão dos problemas.*

***Palavras-chave:** Aprendizagem Baseada em Problemas, Método de Aprendizagem, Sistemas Digitais, Taxonomia de Bloom.*

1. INTRODUÇÃO

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) é uma estratégia educacional centrada no aluno que ajuda a desenvolver o raciocínio e a comunicação, habilidades essenciais para sua vida profissional. Neste modelo, o aluno é estimulado constantemente a aprender e fazer parte da construção desse aprendizado, através da resolução de problemas. Ao contrário da metodologia tradicional, no PBL a apresentação do problema antecede a exposição de conteúdos. Esse aspecto torna o estudante o principal agente no processo de aprendizagem e permite classificar o PBL como uma metodologia de aprendizagem ativa, onde os conhecimentos adquiridos são consolidados de forma mais consistente e duradoura.

Baseado nas características descritas acima é possível notar a importância do problema no contexto do PBL. São eles que promovem a discussão e estimulam os alunos a buscarem os conhecimentos necessários para sua resolução. Problemas mal elaborados, além de

prejudicar o andamento das sessões tutoriais, podem fazer com que os alunos deixem de obter conhecimentos importantes para sua formação. Assim, é possível destacar a etapa de elaboração do problema como uma das mais importantes para a aplicação do PBL. Considerando que a maior parte dos professores de cursos de engenharia são formados com base no método tradicional, no qual a transferência de conhecimentos é centrada principalmente em aulas expositivas, não é trivial repensar formas de transferir conhecimento descrevendo situações através dos problemas a serem aplicados. É mais difícil ainda é avaliar se os problemas garantem que os objetivos de aprendizagem foram alcançados de forma satisfatória. Além disso, a avaliação da percepção global do problema, as antecipações e organizações adequadas ao contexto do problema exigem um maior esforço dos docentes neste processo.

Como forma de auxiliar na análise prévia dos problemas, SANTOS e ANGELO (2009) apresentaram uma estratégia de avaliação dos problemas de disciplinas da área de Programação. A mesma estratégia foi apresentada por SANTANA *et al.* (2010), para uma disciplina de Linguagens de Programação. Nestes estudos, as características dos problemas foram analisadas com base na Taxonomia de Bloom, um modelo de classificação que utiliza níveis cognitivos considerados importantes para o aprendizado. No domínio cognitivo, esta estratégia pode ser adotada como forma de analisar os níveis de complexidade que um problema deve alcançar no método PBL. Além disso, tem como finalidade proporcionar ao estudante a aprendizagem dos conteúdos da disciplina, permitindo ao professor avaliar a sua significância. Dessa forma, este tipo de análise fornece elementos que ajudam a estabelecer uma melhor relação de como os problemas ajudam a alcançar os objetivos de aprendizagem desejados.

Há ainda alguns outros elementos que podem dificultar a etapa de elaboração dos problemas. Na Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), por exemplo, o PBL é aplicado no curso de Engenharia de Computação desde 2003. Os eixos principais do curso são o Estudo Integrado Temático (EI), que permite a união de disciplinas que compartilham objetivos de aprendizagem, e os Grupos Tutoriais (GT), responsáveis por solucionar os problemas propostos. Há casos em que há até 6 professores envolvidos em um único EI. Isso ocorre porque o GT comporta, em média, 8 alunos, que é um número considerado razoável para trabalho com o PBL na realidade do curso de Engenharia de Computação da UEFS. A tarefa de elaboração dos problemas pode ficar a cargo de um professor, ou vários destes integrantes, sendo algumas vezes construída de forma colaborativa. Devido à grande demanda de professores por EI, é possível até que haja envolvimento de algum professor que não seja especialista. Esses elementos, somados às dificuldades discutidas, inerentes à elaboração de problemas, torna essencial a utilização de recursos que auxiliem na análise e comunicação de como se pensa que um determinado problema ajudará o aluno a alcançar os objetivos de aprendizagem desejados.

O objetivo principal deste trabalho é apresentar os procedimentos teóricos e problemas aplicados no Estudo Integrado de Sistemas Digitais do curso de Engenharia de Computação da UEFS, analisando-os de acordo com a estratégia proposta por SANTOS e ANGELO (2009). Neste estudo, serão caracterizados três problemas desta disciplina aplicados ao longo do período 2010.1. Como forma de atingir tal objetivo foram identificados os níveis cognitivos que deveriam ser alcançados pelos alunos que cursaram a disciplina em cada um dos problemas apresentados. Dessa forma, apresentando uma análise sobre como a Taxonomia de Bloom Revisada pode auxiliar os professores no desenvolvimento dos problemas aplicados no PBL.

2. O PBL

A Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) surgiu no final da década de 60, na escola de medicina da Universidade de McMaster, no Canadá. No Brasil, algumas universidades também adotam o PBL em seus currículos. A Universidade Estadual de Londrina foi a pioneira na implantação do PBL como método de ensino no ano de 1997, também para o curso de medicina. Com o tempo, o método passou a ser adotado em outras áreas, em especial nas Engenharias. O curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) adota o PBL desde a sua implantação, em 2003 (SANTOS *et al.*, 2007).

O PBL vem se firmando, nas últimas décadas, como uma das mais importantes inovações no campo da educação dos profissionais dos diversos domínios de conhecimento que os têm adotado. Em diversos países esta metodologia vem se firmando como um poderoso instrumento para a reflexão e questionamento acerca da sua razão de ser, das finalidades da formação profissional e das mudanças que a ela devem ser impostas (BOUD & FELETTI, 1998).

Embora concebida para o ensino da medicina, o PBL vem sendo utilizado em outras áreas, como as engenharias. A aplicação na engenharia se dá por meio de um modelo adaptado, de forma parcial, em disciplinas isoladas dentro do currículo convencional, ou em partes de uma disciplina (WILKERSON & GIJSELAERS, 1996). Exemplos de sucesso na utilização da PBL em cursos de Engenharia podem ser observados no curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Tecnologia de Delf na Holanda; no Curso de Engenharia de Computação da Universidade de Aalborg na Dinamarca (MITCHEL *et al.*, 2008). Apesar dessa variedade de aplicações, todos os formatos de PBL têm em comum o fato de o problema sempre anteceder a teoria. ENGEL (1998) apresenta um conjunto de atividades para que se possa determinar a solução do problema, caracterizando o processo de aprendizado no PBL:

- Apresenta-se um problema aos alunos que, em grupos, organizam suas idéias, tentam defini-lo e solucioná-lo com o conhecimento que possuem;
- Através de discussão, os estudantes levantam e anotam questões de aprendizagem (*learning issues*) acerca dos aspectos do problema que não compreendem;
- Priorizam as questões levantadas pelo grupo e planejam quem, como e quando estas serão investigadas para serem posteriormente compartilhadas;
- Quando se reencontram, exploram as questões de aprendizagem prévias, integrando seus novos conhecimentos ao contexto do problema;
- Depois de terminado o trabalho, avaliam a si mesmos e seus pares de modo a desenvolverem habilidades de auto-avaliação e avaliação construtiva de colegas.

Os grupos responsáveis por solucionar o problema, que podem ser chamados de Grupos Tutoriais (GT), são compostos por no máximo 10 alunos, onde cada grupo é orientado por um único professor (WOODS, 1996). No GT, o professor atua como tutor, não expondo sua visão acerca do assunto, apenas guiando os aprendizes na busca de soluções. Desta forma, os estudantes adquirem conhecimento por meio do processo de auto-reflexão e das relações com outros alunos do grupo (DELISLE, 1997).

Com o PBL não se almeja apenas a solução do 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 atitudes tais como cooperação, ética e respeito pela opinião do outro (ENGEL, 1998).

3. A TAXONOMIA DE BLOOM

A Taxonomia de Bloom (BLOOM *et al.*, 1976) é um método de classificação para comportamentos considerados importantes para o aprendizado. Sua versão clássica categoriza a aprendizagem em seis níveis cognitivos organizados de forma hierárquica (do mais simples ao mais elaborado), sendo que um nível maior depende do nível inferior para ser alcançado. As atividades que alcançam os níveis mais altos podem ser classificadas como de maior complexidade (ANDERSON & KRATHWOHL, 2001). A Taxonomia de Bloom define seis níveis de cognição:

- **Conhecimento:** Habilidade para relembrar informações, como fatos, datas, palavras, teorias, métodos, classificações, lugares, regras, critérios, procedimentos etc.;
- **Compreensão:** Habilidade de entender a informação, captar seu significado e utilizá-la em contextos diferentes;
- **Aplicação:** Habilidade de aplicar regras, métodos, modelos, conceitos, princípios, leis e teorias em situações reais;
- **Análise:** Habilidade de identificar as partes e suas inter-relações;
- **Síntese:** Habilidade de combinar as partes não organizadas para formar um produto final;
- **Avaliação:** Habilidade de julgar o valor do conhecimento.

DUCH *et al.* (2001) propôs a utilização da Taxonomia de Bloom como forma de analisar os níveis de cognição que um problema deve alcançar no método PBL. Uma revisão feita sobre este trabalho, denominada Taxonomia de Bloom Revisada (ANDERSON & KRATHWOHL, 2001), altera a nomenclatura dos níveis cognitivos para:

- **Relembrar:** Produzir informação certa a partir da memória;
- **Entender:** Dar um significado ao material ou experiências educacionais;
- **Aplicar:** Usar um procedimento;
- **Analisar:** Dividir um conceito em partes e descrever como elas se relacionam com o todo;
- **Avaliar:** Fazer julgamentos com base em critérios e padrões;
- **Criar:** Reunir dados para formar algo novo, ou reconhecer componentes de uma nova estrutura;

4. O ESTUDO INTEGRADO DE SISTEMAS DIGITAIS

Desde o início de suas atividades em 2003, o curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana adota a metodologia PBL em seu currículo. Tomando-a como uma das possíveis metodologias a serem utilizadas no curso, esperava-se reforçar a interação entre teoria e prática através de um ciclo de situação-fundamentação-realização (SANTOS *et al.*, 2007). Uma das principais características inovadoras do curso foi a criação do Estudo Integrado Temático (EI), reunindo disciplinas, que passam a ser chamadas de módulos, compartilhando atividades, desafios e oportunidades de aprendizado (SANTOS *et al.*, 2007).

4.1 Organização do estudo integrado

A estrutura da disciplina incorpora os módulos teóricos de Arquitetura de Computadores e Arquitetura de Computadores Avançada e um Componente PBL. Trata-se do segundo EI do curso, com carga horária total de 120 horas, e tem como pré-requisito o EI de Introdução ao

Hardware, composto pelos módulos de Circuitos Digitais e Introdução aos Sistemas de Computação (SANTOS *et al.*, 2007).

Dentre os tópicos abordados no componente Arquitetura de Computadores merecem destaque: Classificação de Computadores; Conjunto de Instruções e Modos de Endereçamento; Linguagem de Descrição de Hardware; Unidade de Controle *Hardwired* e Microprogramada; Máquinas de Estados Finitos; Memória *Cache*; Dispositivos de Entrada/Saída. No componente Arquitetura de Computadores Avançada destacam-se: Classificação e Sistemas de Memórias; Dispositivos Lógicos Programáveis; Arquitetura *Pipeline*; Conflitos Estruturais e Dependências de Dados e de Controle; Arquitetura Superescalar; Sistema de Interconexão e Multiprocessado; Memória Virtual (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

No componente PBL, os tópicos necessários para a solução dos problemas dependem do grau de cobertura dos assuntos que se deseja cobrir. Em geral são aplicados três ou quatro problemas ao longo do componente PBL, de carga horária total igual a 60 horas (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

4.2 Os problemas no estudo integrado

Um problema deve motivar os estudantes, inserindo elementos próximos da realidade dos mesmos, tornando os problemas mais atraentes e motivadores. Além disso, os problemas devem levar os estudantes a tomar decisões ou realizar julgamentos, baseados em fatos, informações e/ou argumentações lógicas. Os problemas devem ser complexos o bastante para que seja necessária a cooperação de todos os membros em sua solução. A complexidade deve ser pensada de forma que seja possível adotar a estratégia de “dividir para conquistar”, ou seja, separar o problema em partes mais simples para simplificar sua solução. As questões iniciais dos problemas devem ser abertas, baseadas em conhecimentos prévios e/ou controversas, de forma a proporcionar discussão entre os alunos. Este aspecto desperta o sentimento de grupo entre os estudantes (DUCH *et al.*, 2001).

Os problemas iniciais aplicados aos alunos do EI de Sistemas Digitais costumam estar relacionados a tópicos iniciais do componente “Arquitetura de Computadores”. Problemas típicos referem-se à confecção de programas em linguagem Assembly, utilizando uma biblioteca gráfica para desenvolvimento de jogos. Ainda nesta linha de projetos, tem-se o projeto em FPGA de jogos utilizando uma linguagem de descrição de hardware, implementando as interfaces de entrada e saída. Após esta primeira etapa, costumam ser propostos problemas relacionados ao desenvolvimento de processadores RISC sequenciais ou processadores que utilizem uma estrutura um pouco mais sofisticada, como *pipeline*. Desta forma, tópicos intermediários dos componentes “Arquitetura de Computadores” e “Arquitetura de Computadores Avançada” são cobertos por esses tipos de problemas (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Os problemas, em geral, buscam motivar os estudantes a encontrarem soluções criativas e eficazes, estimulando a busca pelo conhecimento e o aprendizado continuado.

5. ANÁLISE DOS PROBLEMAS COM BASE NA TAXONOMIA DE BLOOM.

A Tabela 1 apresenta uma síntese da descrição dos problemas aplicados ao longo EI de Sistemas Digitais no período 2010.1. A análise com base na Taxonomia de Bloom Revisada foi elaborada com base das orientações dirigidas aos tutores, da estrutura apresentada por OLIVEIRA *et al.* (2010).

Tabela 1 - Descrição dos problemas.

Problema 1: Solicitação de Desenvolvimento em Assembly.
Desenvolver o jogo Batalha Naval, de acordo com as seguintes especificações: <ul style="list-style-type: none"> ● Tabuleiro quadrado de 64 posições; ● Possibilidade de inserção de elementos pré-definidos, de forma automática. ● Possuir um modo de operação: jogador realiza ataques contra o adversário. ● Interface de entrada: teclado alfanumérico. ● Interface de saída: monitor com interface implementada em OpenGL.
Problema 2: Solicitação de Desenvolvimento de Processador.
Desenvolvimento de um processador para executar o jogo batalha naval. Primeira parte: <ul style="list-style-type: none"> ● Uso de poucos registradores de entrada e saída. (Máximo de 32 bits). ● Capacidade de endereçamento de até 1Kbyte portas de entrada (1 byte/porta). ● Capacidade de endereçamento de programa de até 4Kbytes endereços (1 byte/porta). ● Capacidade de interação com dispositivos externos (teclados, displays).
Problema 3: Desenvolvimento e implementação da interface de E/S do processador.
Desenvolvimento de um módulo de saída do processador para um monitor seguindo o padrão QVGA, e um módulo de entrada com 6 botões, segundo as especificações abaixo: Para o módulo de saída QVGA, e para o módulo de entrada (Joystick): <ul style="list-style-type: none"> ● Resolução de 320 x 240 pixels. ● Não haveria memória disponível para armazenamento individual de pixels da imagem. ● Limitar as cores a um valor mínimo possível. ● O módulo deve ser implementado na mesma FPGA, integrado ao processador. ● Quatro botões direcionais, botões de disparo e <i>reset</i>, e chave para ligar/desligar.

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam as caracterizações de cada problema de acordo com os níveis cognitivos propostos pela Taxonomia de Bloom Revisada.

Tabela 2 - Análise do Problema 1.

Nível Cognitivo	Caracterização
Relembrar	- Conceitos sobre estrutura e organização de computadores.
Entender	- Assimilar as principais características da linguagem Assembly. - Aprender a utilizar os métodos de interrupção da linguagem Assembly. - Entendimento dos efeitos causados pelo sistema operacional. - Aprender os métodos de endereçamento de memória. - Entendimento da arquitetura dos processadores 80x86.
Aplicar	- Uso da linguagem Assembly no desenvolvimento de aplicações. - Utilização da ferramenta de auxílio emu8086.
Analisar	- Analisar o funcionamento do jogo em diferentes sistemas operacionais.
Avaliar	--
Criar	- Desenvolver um jogo em linguagem Assembly.

Tabela 3 - Análise do Problema 2.

Nível Cognitivo	Caracterização
Relembrar	<ul style="list-style-type: none"> - Conceitos de lógica combinacional. - Características da linguagem Assembly. - Métodos de endereçamento de memória dos processadores 80x86. - Conceitos de arquitetura de processadores.
Entender	<ul style="list-style-type: none"> - Entender a interação entre os dispositivos de E/S e o processador. - Aprender como padronizar o conjunto de instruções do processador. - Identificar e entender os elementos necessários para a construção de um processador (ULA, Registradores, Unidade de Controle etc).
Aplicar	<ul style="list-style-type: none"> - Utilização da ferramenta Altera Quartus II para o desenvolvimento e simulação do circuito lógico do processador. - Uso da linguagem Verilog para a descrição dos circuitos. - Métodos de endereçamentos de instruções de E/S e de programa.
Analisar	<ul style="list-style-type: none"> - Fazer levantamento das instruções utilizadas na construção do jogo. - Adequar a arquitetura do processador às instruções do jogo.
Avaliar	<ul style="list-style-type: none"> - Análise temporal do processamento das instruções. - Avaliar a utilização de registradores, visando minimizar o circuito.
Criar	<ul style="list-style-type: none"> - Um protótipo de processador capaz de interpretar as instruções do jogo. - Desenvolver as interfaces de E/S para o processador.

Tabela 4 - Análise do Problema 3.

Nível Cognitivo	Caracterização
Relembrar	<ul style="list-style-type: none"> - Revisitar as interfaces de E/S projetadas para o processador. - Relembrar conceitos de dispositivos de E/S. - Elementos da linguagem Verilog para construção de circuitos lógicos.
Entender	<ul style="list-style-type: none"> - Estudar e assimilar os padrões de resolução de vídeo. - Entender o processo de síntese e prototipação de dispositivos FPGA. - Entender o funcionamento do circuito <i>debouncer</i>.
Aplicar	<ul style="list-style-type: none"> - Integrar os projetos desenvolvidos nos Problemas 1 e 2.
Analisar	<ul style="list-style-type: none"> - Analisar as especificações do kit de desenvolvimento FPGA.
Avaliar	--
Criar	<ul style="list-style-type: none"> - Desenvolver a interface QVGA para exibição do jogo em um monitor de vídeo, e uma interface de entrada com botões.

A partir da realização das análises para cada problema foi possível observar que, o primeiro problema foi projetado para atingir, principalmente os níveis mais superficiais da Taxonomia de Bloom. Entretanto, já começam a ser analisados alguns níveis mais profundos da mesma, como a capacidade de analisar os conceitos estudados e criar um produto ao final do problema.

A análise dos problemas 2 e 3, indicam que estes foram projetados para alcançar os níveis mais profundos da Taxonomia de Bloom, visto que exigem que sejam considerados conceitos abordados nos problemas anteriores. Nestes casos foi exigido do estudante entender todos os conceitos do primeiro problema, além de estruturar as instruções do jogo para construir um processador capaz de interpretá-las. Além disso, construir um processador capaz de interpretar as instruções Assembly do jogo desenvolvido no primeiro problema.

6. CONCLUSÃO

A elaboração de problemas no PBL destaca-se como um elemento de grande importância no contexto desta metodologia, uma vez que, além de motivar o aprendizado, o mesmo deve ser capaz de permitir que os professores estabeleçam elementos de avaliação e acompanhamento em conformidade com objetivos de aprendizagem da disciplina.

Este trabalho apresentou uma caracterização, com base na Taxonomia de Bloom Revisada (TBR), dos problemas aplicados na disciplina de Sistemas Digitais do curso de Engenharia de Computação da UEFS, utilizando o PBL como metodologia de ensino. Foram selecionados três problemas, aplicados ao longo do período de 2010.1. A partir da análise contextualizada de acordo com o conteúdo da disciplina, os níveis cognitivos que deveriam ser alcançados por alunos que cursaram a disciplina para cada um dos problemas aplicados foram reconhecidos.

Os problemas apresentados por este estudo utilizaram o modelo tradicional de avaliação, no qual são traçados objetivos relacionados ao produto desejado para o problema. A principal deficiência deste processo está no fato de transformar o resultado final (produto) no principal elemento passível de avaliação, em detrimento da avaliação dos níveis de aprendizagem reais adquiridos por parte dos estudantes.

Ao considerar a utilização prévia da Taxonomia de Bloom Revisada na construção de problemas para o PBL, o acompanhamento e o processo de avaliação passam a ser tratados de forma sistemática, considerando critérios previamente definidos para cada problema, a partir dos conceitos que se espera serem trabalhados pelos estudantes. Em outras palavras, o professor/tutor pode trabalhar na construção de um problema baseado nos níveis cognitivos de aprendizado almejados. É comum que a construção dos problemas aconteça de forma coletiva entre dois ou mais professores envolvidos com a disciplina. Da mesma forma em que há estudos integrados onde esta tarefa é atribuída a um único professor. Nos dois casos, a caracterização com base na TBR, traz benefícios para os professores, uma vez que a utilização da análise, como descrita na Seção 5, contribui para a uniformidade na construção dos objetivos para cada problema. O registro das informações acerca da caracterização de cada problema possibilita ainda a análise contínua e sistemática dos problemas por parte de outros professores ao longo dos períodos letivos.

Como extensão deste trabalho pretende-se realizar uma análise quantitativa do aprendizado, por meio de questionários aplicados aos alunos. Este questionário consistirá em uma avaliação do aprendizado, tendo em vista comparar os níveis cognitivos apresentados neste trabalho com os níveis realmente alcançados pelos estudantes que cursaram a o EI de Sistemas Digitais no período 2010.1.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, L. W.; KRATHWOHL, K. R. A. **Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing**, New York, Longman, 2001.

BLOOM, B. S.; ENGLEHART, M. D.; FURST, E. J.; HILL, W. H.; KRATHWOHL, D. R. **Taxonomia de Objetivos Educacionais**, Porto Alegre: Editora Globo, 1976.

BOUD, D.; FELETTI, G. **The Challenge of Problem-Based Learning**, London: Kogan Page, 1997.

DELISLE, R. **How to Use Problem-based Learning in the Classroom**, ASCD: Alexandria, Virginia, EUA, 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.

ENGEL, C. E. **Not Just a Method But a Way of Learning**. In: *The Challenge of Problem-based Learning*, p. 17–27, 1998.

OLIVEIRA, W. L. A. de, DIAS, A. M., APOLINARIO, A. L., DUARTE, A. A., OLIVEIRA, T. **Ensino de Arquitetura de Computadores: Uma Abordagem Utilizando a Metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas**, In: *Arquitetura de Computadores: Educação, Ensino e Aprendizado*, 2010.

SANTANA, F. C. B. de; SOUZA, J. M. S.; SANTOS, J. A. M.; NASCIMENTO, N. M. **Análise de Problemas Aplicados em um Estudo Integrado de Linguagens de Programação utilizando PBL**. **Anais: Workshop de Educação em Informática – X Escola Regional de Computação Bahia Alagoas e Sergipe**, Maceió, AL, 2010.

SANTOS, J. A. M.; ANGELO, M. F. **Análise de Problemas Aplicados em um Estudo Integrado de Programação utilizando PBL**. **Anais: XI Workshop sobre Educação em Computação – XXIII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação**, Bento Gonçalves, RS, 2009.

SANTOS, D. M. B.; PINTO, G. R. P. R.; BERTONI, F. C.; SENA, C. P. P.; BITTENCOURT R. A. **Aplicação do método de Aprendizagem Baseada em Problemas no curso de Engenharia de Computação da Universidade Estadual de Feira de Santana**. **Anais: XXXV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Curitiba, Paraná. 2007, p. 2A07-1-2A07-14, 2007.

WILKERSON, L.; GIJSELEARES, W. H. **Bringing Problem-based Learning to Higher Education**. Jossey-Bass Publishers, San Francisco, 1996.

WOODS, D. **Problem-based Learning for Large Classes in Chemical Engineering**. In: *Bringing Problem-based Learning to Higher Education*, p. 91–99. Jossey-Bass, 1996.

ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF PROBLEMS APPLIED IN A DIGITAL SYSTEM PROGRAM USING PROBLEM-BASED LEARNING

Abstract: *PBL (Problem Based Learning) is a methodology where students are no longer considered as passive entities in their education in order to become actors through learning process. Unlike traditional methodologies, in PBL the problem precedes the content and becomes the element of encouragement for students. Thanks to that, the problem becomes the main instrument for the methodology success and has been the target of studies seeking to improve their construction process. Since 2003, Computer Engineering course in State University of Feira de Santana uses this methodology through the so-called Thematic Integrated Studies (EI). This article presents methodology characteristics and an application model of PBL in computer architecture teaching by the Digital Systems EI. This study analyzes the problems under Bloom's Revised Taxonomy perspective, demonstrating how usage of cognitive levels classification can contribute to improve problem management.*

Key-words: *Problem-based Learning, Learning Method, Digital Systems, Bloom's Taxonomy.*