Applying PBL to Teach Elementary Electrical Circuit Analysis

Aplicando PBL ao Ensino Introdutório de Circuitos Elétricos

Humberto Abdalla Junior*, Luis Fernando Ramos Molinaro*, Daniela Fávaro Garrossini*, Ana Carolina Kalume Maranhão*, Dianne Magalhães Viana*

*Grupo de Educação em Tecnologia e Engenharia, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Campus Universitário Darcy Ribeiro, 70910-900, Brasília, Distrito Federal, Brasil

Email: abdalla@ene.unb.br, molinaro@nmi.unb.br, daniela.garrossini@gmail.com, ckalume@gmail.com, diannemv@unb.br

Abstract

This paper presents the description of a Project-Based Learning (PBL) experience developed in the subject Electrical Circuits, taught in the fourth semester of the Electrical Engineering Course from the University of Brasilia. Traditional courses that address this subject, approach a set of theorems and techniques originally applied to circuits that are composed of resistive elements. From the student's familiarity with the procedures for resolving circuits, new elements with different characteristics are included; thus, gradually increasing the circuit difficulty. This methodology enables the student to solve highly complex circuits in different topologies without, however, knowing the application of these elements in daily life. It is worth highlighting that this teaching practice is ineffective to demonstrate that electric circuits correspond to the transcript of a physical device, in which the concepts associated with electrical quantities such as voltage, current and power are related. In this sense, with a view to inducing the student to reflect on the physical meaning of each element, we sought to integrate circuit analysis techniques to real problems. Thus, it was assumed that the learning of electrical circuits must involve the interrelationship of current, voltage, power, resistance, inductance and capacitance, both mathematically as well as intuitively. In the experiment here described, the project theme developed by students deals with the design of an AM radio receiver. The project allowed students a set of circuit applications, including basic understanding of practical devices such as diodes, transistors, oscillators and amplifiers. Finally, qualitative results of an assessment conducted with students are discussed and it is then evident, the aggregated benefits of a PBL approach implementation to the subject, which includes the increase in students' interest in the area of electronics and telecommunications, as well as the understanding of the importance of the contents to be learned with the subject Electric Circuits in the formation of an electrical engineer.

Keywords: project-based learning (PBL); electric circuit analysis; new teaching methodologies.

Resumo

Este trabalho apresenta a descrição de uma experiência de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) desenvolvida na disciplina Circuitos Elétricos, ministrada no quarto semestre do curso de Engenharia Elétrica, da Universidade de Brasília. Cursos tradicionais que tratam desse assunto abordam um conjunto de técnicas e teoremas aplicados inicialmente a circuitos compostos de elementos resistivos. A partir da familiaridade do estudante com os procedimentos de resolução dos circuitos, novos elementos com diferentes características são incluídos, aumentando assim, gradativamente, o nível de dificuldade. Esta metodologia capacita o estudante a solucionar circuitos de elevado grau de complexidade em diferentes topologias sem, no entanto, relacioná-los a aplicações reais. Essa forma de ensino praticada é ineficaz para demonstrar que os circuitos elétricos correspondem à transcrição de um engenho físico onde os conceitos associados às grandezas elétricas, tais como, corrente, tensão e potência, estão relacionados. Nesse sentido, visando induzir o estudante a refletir sobre o significado físico de cada elemento, buscou-se justapor as técnicas de análise de circuitos a problemas reais, utilizando a abordagem PBL. Assim, partiu-se do princípio que a aprendizagem de circuitos elétricos deve envolver as inter-relações de corrente, tensão, potência, resistência, indutância e capacitância tanto matematicamente quanto intuitivamente. Na experiência aqui descrita, a temática do projeto desenvolvido pelos estudantes trata da concepção de um receptor de rádio AM. O projeto possibilitou aos estudantes um conjunto de aplicações de circuitos, incluindo a compreensão básica de dispositivos práticos, tais como diodos, transistores, osciladores e amplificadores. Finalmente, são discutidos resultados qualitativos de uma avaliação realizada com os estudantes onde ficam evidentes os benefícios agregados pela aplicação da metodologia PBL à disciplina, que incluem o aumento de interesse dos estudantes para a área de eletrônica e telecomunicações, bem como, a compreensão acerca da importância dos conteúdos a serem apreendidos na formação do Engenheiro Elétricista.

Palavras-Chaves: aprendizagem baseada em projetos; análise de circuitos elétricos; novas metodologias de ensino.

1 Introdução

O Departamento de Engenharia Elétrica da Universidade de Brasília oferece quatro cursos de graduação plena em Engenharia Elétrica, Engenharia Mecatrônica, Engenharia de Redes e Engenharia de Computação.

Os cursos são compostos de 262 créditos que equivalem a 3.930 horas. Esses créditos são distribuídos de maneira que a formação completa do engenheiro ocorra em um período de 5 anos ou 10 semestres. Nos dois primeiros anos são cursadas disciplinas básicas, como Matemática, Física e Informática. A formação profissionalizante tem início no terceiro ano, com aulas sobre circuitos elétricos, materiais elétricos, sistemas digitais, eletromagnetismo. Finalmente, os dois últimos anos são voltados à formação do estudante em uma das quatro modalidades de Engenharia oferecidas pelo departamento de Engenharia Elétrica.

Dentro dessa organização curricular, todos os estudantes que optam por uma das modalidades de Engenharia são obrigados a fazer o curso de introdução à análise de circuitos denominado "Circuitos Elétricos 1", normalmente programado para o quarto semestre, após o estudante ter concluído dois cursos de Cálculo e um de Física, onde os fundamentos associados à carga e eletricidade são estudados.

O curso de análise de circuitos é oferecido semestralmente para aproximadamente 150 estudantes divididos em quatro turmas, que, ao final do semestre letivo, participam de uma avaliação institucional onde são levantados aspectos relacionados à disciplina, ao desempenho do professor e ao desempenho do próprio aluno. A análise dessas avaliações contribuiu para a proposição de uma nova metodologia de ensino para o curso baseada no desenvolvimento de projetos.

Essa metodologia vem sendo aplicada desde 2009 e as avaliações subsequentes vêm sendo utilizadas para sua correção e aprimoramento. Este trabalho descreve o processo de estruturação da disciplina e relata a sua aplicação em um dos semestres.

1.1 Mudanças na organização de conteúdos do curso Circuitos Elétricos

Até 2009, o curso introdutório de análise de circuitos elétricos era bastante tradicional, aderindo a uma sequência padrão de conhecimentos a serem adquiridos, divididos em tópicos, como apresentados em vários livros textos (Irwin, 2010; Dorf & Svoboda, 2010): i) Revisão do Circuito, Conceitos Básicos e Leis; ii) Circuitos Resistivos; iii) Técnicas de Análise de Circuitos, Análise Nodal e Análise das Malhas; (iv) Teoremas de Redes, Transformações de Fontes, Teoremas de Thévenin e Norton, Linearidade e Superposição; v) Amplificadores Operacionais; vi) Circuitos de Primeira Ordem; vii) Circuitos de Segunda Ordem; viii) Análise no Domínio da Frequência, Resposta Senoidal.

A principal vantagem dessa abordagem é que cada tópico subsequente se baseia no anterior e cada novo método de análise utiliza o circuito previamente introduzido. A aplicação de novos conceitos em circuitos previamente estudados reforça a compreensão dos estudantes em relação aos tópicos já vistos. Na realidade, cada técnica introduzida mostra uma nova possibilidade de resolução do circuito. Assim, o estudante se familiariza com as possíveis formas de soluções para a análise dos circuitos.

Os circuitos introduzidos são inicialmente resistivos, mas quando o estudante passa a dominar as várias técnicas de solução, estes são modificados a partir da introdução de novos elementos, como armazenadores de energia, capacitores e indutores. Esses circuitos são caracterizados por equações diferenciais cujas soluções fornecem uma leitura sobre respostas transitórias e permanentes, além de uma análise sobre a estabilidade. As técnicas aprendidas em circuitos resistivos mais uma vez são revisadas e utilizadas na solução de circuitos de primeira e segunda ordem.

A desvantagem desta abordagem é que, durante a primeira parte do semestre, as atividades de laboratório, muitas vezes se resumem à verificação das técnicas de análise para circuitos puramente resistivos e a medir tensões e correntes apropriadas. O primeiro circuito "prático" só pode ser construído quando amplificadores operacionais são introduzidos. Circuitos mais interessantes, baseados em problemas reais, só podem ser projetados após os circuitos com elementos armazenadores, circuitos RC e RL serem explicados. Isto normalmente acontece durante a segunda metade do curso, o que limita consideravelmente a exposição do estudante a circuitos e dispositivos baseados em problemas reais e afeta consideravelmente a motivação dos

estudantes, que mais uma vez se deparam, pelo terceiro ano consecutivo, com disciplinas abstratas sem a possibilidade de aplicação de seu conhecimento em situações reais.

O principal desafio em redesenhar o curso introdutório de análise de circuitos elétricos consistiu em organizar o conteúdo da disciplina de uma forma mais relevante, prática e envolvente possibilitando ao estudante uma aprendizagem ativa e significativa. A iniciativa condutora dessa mudança foi introduzir os princípios básicos de circuitos RL, RC, e circuitos com amplificadores operacionais logo no início do curso. Além disso, também foram introduzidas noções básicas sobre o comportamento de diodos e transitores. A consolidação desses conhecimentos foi induzida no decorrer do semestre por meio do desenvolvimento de um projeto real, no qual foi oportunizada a aplicação dos conceitos e teoremas relacionados, apresentados ou buscados pelos estudantes durante a execução do projeto. Com base nessas mudanças, introduziu-se a cultura da abordagem PBL na disciplina introdutória de Circuitos Elétricos.

2 A Importância da Abordagem PBL no Projeto Pedagógico do Curso

A formação do Engenheiro Eletricista na UnB é construída utilizando uma forma progressiva de aprendizagem, onde cada semestre possui objetivos específicos na formação profissional. Sendo assim, os objetivos das disciplinas do quinto período são associados ao emprego dos conhecimentos obtidos no ciclo básico. Neste contexto encontra-se a disciplina "Circuitos Elétricos 1", do quarto período do ciclo básico.

A ideia é a utilização de uma abordagem que faça a combinação de metodologias capazes de, ao mesmo tempo, garantir a abrangência dos conhecimentos necessários e oferecer oportunidades para o desenvolvimento de projetos mais próximos do mundo real. Dentro dessa linha, a metodologia de aprendizagem baseada em projetos passou a ser adotada. A cada semestre, novos problemas envolvendo trabalhos de síntese e/ou análise de sistemas são propostos.

É fundamental que o estudante, após terminar o ciclo básico e começar a cursar as disciplinas profissionalizantes de Engenharia Elétrica, seja estimulado em sua capacidade investigativa, mesmo sem ainda possuir plenos conhecimentos acerca dos métodos e técnicas requeridos para a prática profissional. Esta fase de introdução em um novo universo de conhecimentos, experiências e paradigmas, é o momento de interferir na sua maneira de agir e pensar, por meio do experimento (Ribeiro,2005). A partir dessas premissas o projeto de circuitos possibilita que o estudante trabalhe conceitos, identifique condicionantes, discuta diretrizes e proponha alternativas (Sterian, Adamczyk e Rahman, 2008).

O desenvolvimento do projeto é realizado em equipe. Os aspectos da orientação técnica e metodológica proporcionados pelo professor se mesclam com a motivação para o trabalho em equipe, que busca transformar, de forma intuitiva, uma ideia em produto. A ideia transformada em produto fortalece a autoestima e recompensa a criatividade e esforço do estudante, no exato momento em que a sua vida acadêmica, devido ao ciclo básico, passa pelo distanciamento da prática profissional.

Uma das preocupações é que o projeto não frustre as expectativas dos estudantes (Costa, Honkala e Lehtovuori, 2007). Nesse sentido, são estabelecidas algumas regras descritas a seguir:

i) O projeto deve envolver claramente conceitos fundamentais e complementares de circuitos elétricos;

ii) O projeto não pode ser extremamente complexo ou exigir conhecimentos avançados de semicondutores;

iii) O projeto deve permitir a utilização dos equipamentos básicos de medidas, tais como, multímetro, osciloscópio, frequêncímetro e analisador de espectro;

iv) O projeto deve ser suficientemente complexo que justifique ser realizado em grupo. e) O projeto deve ter algumas regras rígidas a serem seguidas delineadas por metodologia adequada, ao mesmo tempo em que deve proporcionar condições para variações de forma a incentivar a criatividade;

v) O projeto deve ser exequível em três meses, para que seja possível inseri-lo em um período letivo;

vi) O projeto deve contemplar a elaboração de um relatório técnico.

Os projetos são realizados em grupos de 4 ou 5 estudantes, sob orientação de um professor e participação de um tutor. O papel do professor, auxiliado pelo tutor, é guiar o curso das discussões colocando "questionamentos-chaves" e evitando fugas do escopo do projeto, mas procurando não interferir na busca das soluções. Desta maneira assegura que as principais questões relacionadas com o andamento do projeto sejam abordadas.

No trabalho em grupo, os estudantes têm a possibilidade de desenvolver tanto as competências específicas proporcionadas pelo tema do projeto, quanto um conjunto de competências transversais. Para isto, cada equipe escolhe um líder que possui a responsabilidade de coordenar os trabalhos e representar a equipe frente ao professor orientador e as demais equipes que constituem a turma, Gomes (2013). Neste arranjo é possível trabalhar as seguintes competências transversais:

Trabalho em Equipe: Divisão de atividades; resolução de conflitos; fomentação de processos de decisão; valorização e contribuição dos indivíduos e do grupo; e realização de atividades colaborativas;

Relacionamento Interpessoal: Comunicação interpessoal; respeito e atenção às opiniões dos outros; explicação às ideias e problemas complexos de uma maneira acessível; elaboração de *feedback* construtivo;

Comunicação: Comunicação dentro do grupo; utilização de forma adequada das ferramentas de apoio; comunicação escrita, como relatórios, atas de reunião e documentação; comunicação oral, como apresentações no âmbito da equipe e do projeto.

Gestão de Conflitos: O próprio grupo é responsável pela solução de eventuais conflitos internos. Como resolver e que solução adotar, serão decisões internas dos grupos, sem interferência direta dos tutores. Todas as decisões relacionadas à realização do projeto, tais como, elaboração de cronograma, distribuição interna de atividades, soluções técnicas, e inclusive, a substituição do líder do grupo, caso necessário, serão resolvidas no âmbito do grupo.

Gerência de Projetos: Elaboração de plano de projeto, cronograma e relatórios gerenciais; definição de objetivos; condução de reuniões; e tomada de decisão.

Como realizar um projeto é uma forma de solução de problemas complexa, multitarefa, é necessária a coordenação de esforços de várias pessoas, cada uma delas responsável por uma parte do trabalho. Então, para conseguir concluir o projeto, dentro dos prazos e da forma esperada, é preciso planejar, mesmo que este planejamento seja somente entendido como a necessidade de "se organizar para". Dentro desta perspectiva, demanda-se a cada grupo um planejamento das atividades a serem desenvolvidas para que os estudantes entendam que qualquer atividade, da mais simples a mais trabalhosa, requer planejamento e deve ser precedida por ele. Esse enfoque permite que os estudantes desde o início do curso tenham uma visão geral das diversas etapas de gestão de projetos e sua importância dentro da Engenharia.

3 Apresentação do Projeto

A concepção do projeto inicia-se juntamente com a disciplina. Já na segunda aula presencial, são explicadas as etapas necessárias para o desenvolvimento do projeto. Adaptadas de Rodrigues (2008) para esta aplicação, as atividades propostas foram apresentadas aos estudantes da seguinte maneira

Problema proposto: A equipe terá acesso a um sistema físico e ao seu diagrama simplificado. A partir da observação do funcionamento do sistema e de medidas realizadas nesse sistema a equipe deverá:

i) Compreender o que está visualizando e relacionar a topologia do circuito físico ao circuito elétrico (diagrama esquemático);

ii) A partir da observação do diagrama e das medidas efetuadas, descrever o funcionamento dos principais componentes do sistema;

iii) Realizar a simulação elétrica do sistema e desenhar o layout de um circuito com as mesmas funções do sistema analisado;

iv) Construir o circuito proposto e efetuar as mesmas medidas realizadas com o circuito original;

v) Avaliar os resultados obtidos.

Para o desenvolvimento do projeto foram formadas 4 equipes com 5 estudantes. As aulas iniciais foram reservadas para esclarecer os objetivos do projeto, enfatizar a necessidade de um plano de ação, apresentar as ferramentas disponíveis. Foi também proposto um calendário onde se estipulava os dias das apresentações do Plano de Ação, das avaliações e da apresentação final do projeto.

Os trabalhos para elaborar um plano de ação começaram com uma aula presencial, proferida por um especialista convidado. Nessa aula, o especialista conceitua o que é um projeto, qual a necessidade de planejar as tarefas, e como gerenciar essas tarefas. O palestrante definiu um projeto como uma sequência de atividades ou eventos com início e fim definidos, dirigidos por pessoas que se destinam a alcançar um dado objetivo dentro de parâmetros de custo, tempo, recursos e qualidade. Para gerenciar o projeto foi proposta a utilização de uma planilha que possibilitasse planejar, especificar, implantar e acompanhar o desenvolvimento do projeto. As informações poderiam estar representadas graficamente ou através de relatórios customizados.

De acordo com as regras estabelecidas para elaboração do Plano de Ação, este deve conter: i) detalhes do que deve ser feito; ii) as metas que devem ser alcançadas; iii) as tarefas a serem executadas nas sequências corretas; iv) cronograma detalhado.

Uma vez que o trabalho tenha sido iniciado, o Plano de Ação deve permitir: i) Acompanhar o progresso e comparar o "realizado" com o "planejado" para verificar se tudo ficará dentro do orçamento e tempo; ii) Revisar o agendamento para acomodar mudanças não previstas; iii) Testar diversos cenários antes de mudar o plano; iv) Comunicar automaticamente os afetados por mudanças feitas no projeto e solicitar feedback sobre os seus progressos, e, v) Produzir relatórios sobre o sucesso do projeto e sobre problemas o tenham afetado.

4 Objeto do Estudo

O sistema proposto consistiu de um receptor de rádio AM. Foi fornecido a cada equipe um receptor AM comercial, além de um diagrama simplificado do receptor conforme mostrado na Figura 1.

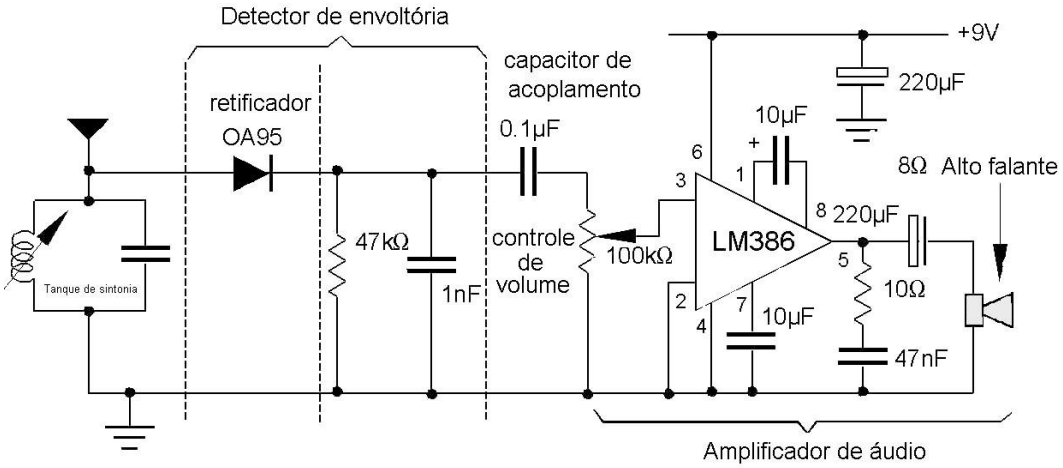

Figura 1: Circuito de um receptor AM.

O desenvolvimento do projeto pode ser considerado uma boa motivação para o aprendizado e aplicação da metodologia científica, pois associa etapas de análise, simulação e síntese. A etapa de análise é voltada para a compreensão do funcionamento do circuito no nível de seus subsistemas. Através de medidas realizadas em pontos estratégicos do circuito a equipe aprende a manusear o analisador de espectro e o osciloscópio. Com as medidas efetuadas os estudantes vão gradativamente compreendendo o funcionamento de cada bloco do sistema. Conceitos relacionados a frequência de ressonância, filtros passa-faixa, retificadores de onda, são identificados no funcionamento do rádio AM. A partir do ajuste de sintonia é observado o fenômeno de ressonância e o processo de variação de frequência por meio da utilização de um capacitor de placas paralelas.

Após a compreensão do funcionamento do circuito em seus diversos níveis de abstração, deve ser iniciada a etapa de simulação. O diagrama fornecido é simulado utilizando ferramentas clássicas, tais como, PSPICE e MATLAB. Os resultados da simulação são comparados com os valores medidos. Ao final desta etapa do projeto são previstos seminários, onde os resultados são apresentados e justificados. Com base na simulação, os grupos devem projetar um sistema que forneça a a mesma resposta do sistema original, mas contenha componentes de valores diferentes. Além das características elétricas, é recomendado que novas topologias sejam testadas e apresentadas.

4.1 Execução do projeto

No desenvolvimento do projeto os estudantes utilizaram os laboratórios da Engenharia Elétrica, nos quais aprenderam a manusear os equipamentos e fizeram medidas de corrente, tensão, potência elétrica e de resistência. Na construção do protótipo eles aprenderam a soldar, fazer placas de circuito impresso, trabalhar com resistores, capacitores e indutores e utilizar apropriadamente a oficina mecânica. A Figura 2 fornece uma visão dos trabalhos realizados durante a execução do projeto.

Figura 2: Etapas de execução do projeto.

4.2 Avaliação do projeto

A avaliação do projeto baseou-se em quatro critérios: Apresentação, Competência, Aprendizagem e Dificuldades, conforme descritos na Figura 3. O critério Apresentação envolveu a avaliação da qualidade das apresentações orais, escrita - a elaboração de um artigo explicando o funcionamento do radio AM - e a produção de um vídeo com todas as etapas do projeto registradas. Para a avaliação segundo o critério Competência levou-se em consideração a evolução dos estudantes acerca da aquisição de competências técnicas e não técnicas durante as fases de desenvolvimento do projeto. No que diz respeito ao critério Aprendizagem, foram observados os conhecimentos específicos adquiridos com o desenvolvimento do protótipo e a facilidade de uso dos instrumentos de medição. Por fim, a avaliação pelo critério Dificuldades envolveu a habilidade de cumprir metas e as dificuldades encontradas com relação à gestão do projeto e relacionamento interpessoal. As avaliações são resultado de observações sobre a evolução do trabalho de cada equipe realizadas e documentadas pelo tutor e pelo professor da disciplina durante a execução do projeto e por ocasião da avaliação final.

Assim, durante o processo de elaboração do projeto, os estudantes puderam adquirir competências de desenvolvimento interpessoal, enfrentando o medo de falar em público, exercendo sua capacidade de

liderança dentro do grupo, aprendendo a trabalhar em equipe, efetuando atividades colaborativas, e, principalmente, buscando novos conhecimentos, motivados para a solução dos problemas que surgiram durante o projeto.

Uma questão que pôde ser constatada durante o acompanhamento do projeto e, principalmente na fase de finalização foi o número excessivo de horas extraclasse, que, no entanto, não foi quantificado, mas deve ser objeto de análise e ajuste nas experiências subsequentes.

Cabe observar que meios facilitadores para coleta de dados como, por exemplo, o uso de instrumentos – questionários, entrevistas, bem como avaliações complementares, realizadas por pares não foram utilizados nesta experiência. Por outro lado, a autoavaliação dos integrantes foi provocada por ocasião da avaliação final durante a apresentação de cada equipe. Oportunamente essas ferramentas deverão ser incorporadas ao processo de avaliação.

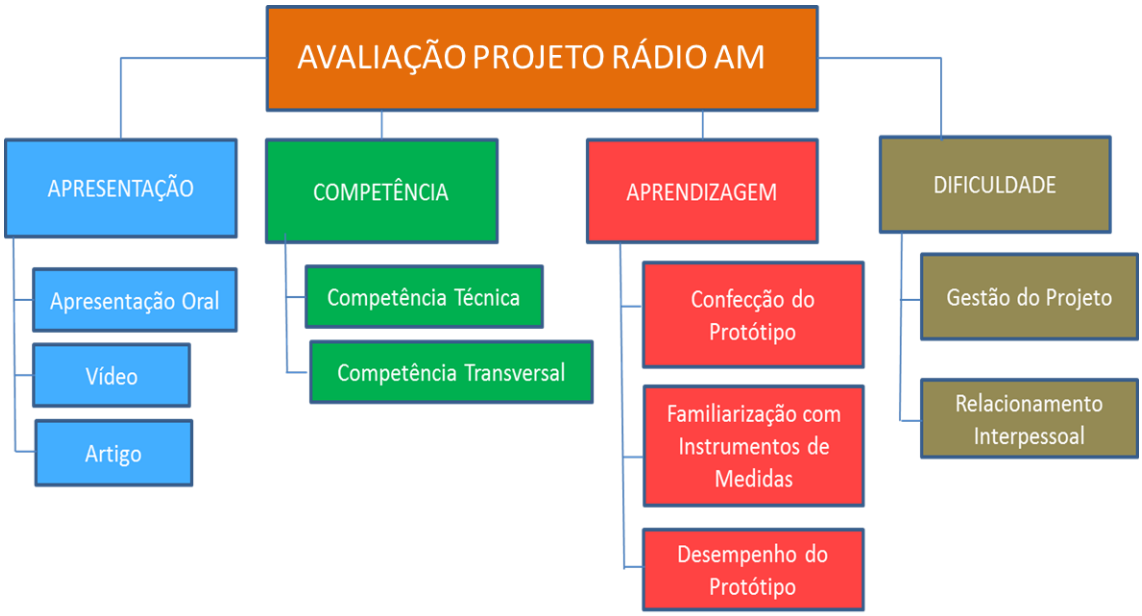

Figura 3: Critérios de avaliação do projeto.

5 Resultados

Os resultados aqui relatados se baseiam em uma avaliação qualitativa realizada a partir da observação e acompanhamento de todo o processo pelo tutor e pelo professor da disciplina. A experiência com a aprendizagem baseada em projeto desenvolvida na disciplina "Circuitos Elétricos 1" tem proporcionado aos estudantes conhecimentos que se estendem além do conteúdo abordado na disciplina. A aplicação desta abordagem de ensino e aprendizagem tem permitido um amadurecimento acadêmico proporcionando o contato dos estudantes com experiências que só poderiam ser vivenciadas mais para o fim do curso. A metodologia empregada não privilegia apenas o conhecimento técnico, mas também aspectos relacionadas a gerência de projetos, relações interpessoais no ambiente de trabalho e pró-atividade. O projeto proposto não se restringiu simplesmente a compreensão e reprodução de um sistema. A experiência didática propiciou aos estudantes um ambiente integrado, onde, mesmo com a estrutura de divisão de cargos, as discussões eram estimuladas por todos. Essa característica permitiu que o grupo se deparasse com problemas de engenharia, enfrentando desafios e decepções associados a decisões que influenciam o desempenho do sistema dentro das especificações exigidas O ambiente de equipe e de aprendizado colaborativo contribuiu para consolidar os conceitos fundamentais, muitas vezes não enfatizados como necessários em função da rapidez com que os assuntos são apresentados durante as aulas expositivas. Dessa forma, o estudante é levado a encontrar um equilíbrio entre a aprendizagem individual e coletiva.

No modelo adotado foi possível exercitar a habilidade de autocrítica, que garantiu ao final do projeto, uma avaliação coerente do grupo. A apresentação final estimulou os grupos a desempenharem habilidades de

comunicação e oratória descrevendo com criatividade todas as fases do projeto. Nas apresentações a satisfação dos estudantes com o produto final foi evidente.

6 Considerações Finais

Na Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, as metodologias de aprendizagem baseadas em projeto têm sido uma alternativa usada muitas vezes de forma experimental ou por meio de disciplinas eletivas em cursos mais tradicionais. Os cursos mais antigos possuem uma matriz curricular rígida baseada em cadeias de disciplinas geradas por pré-requisitos, nas quais o conhecimento é dividido em conteúdos seqüenciais. A abordagem baseada em projetos permite a contextualização e a síntese de conhecimentos adquiridos em disciplinas teóricas e possibilita relacionar aspectos sociais, econômicos e ambientais sob a forma de temas transversais, ou pela simulação de situações reais, possíveis de serem vivenciadas no futuro ambiente de trabalho. Possibilita agrupar disciplinas tradicionais em torno de um mesmo projeto ou desenvolver projetos em menor escala dentro de uma única disciplina como o que foi apresentado neste trabalho, propiciando o desenvolvimento de habilidades e competências no corpo discente, pouco associadas às práticas de ensino tradicionais.

Dentro deste quadro, o presente trabalho apresentou resultados de uma experiência didática onde foi realizada uma simbiose entre engenharia reversa e Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL). A oportunidade de executar um projeto no início do ciclo profissional mostrou-se nitidamente capaz de motivar os estudantes a procurar por conta própria informações que vieram enriquecer o aprendizado de circuitos elétricos e mostrar a sua importância na formação do Engenheiro Eletricista. Embora a experiência tenha sido exitosa, observou-se a necessidade de ajustes, principalmente em relação ao grande número de horas extraclasse, exigido para a conclusão do projeto.

O desenvolvimento de um projeto utilizando metodologia PBL se mostrou uma solução viável para a contextualização de conteúdos teóricos, troca de conhecimentos e aprendizagem por meio de experiências práticas. A experiência de participar de um projeto em um ambiente universitário complementa a formação dos estudantes envolvidos, visto que a troca de conhecimento e aprendizagens contribui para a aquisição de competências transversais destes futuros profissionais. É importante ressaltar ainda que as atividades necessárias para o êxito do projeto foram devidamente planejadas de modo a formar um ambiente de aprendizagem coesivo e reflexivo, possibilitando que os estudantes envolvidos trabalhassem de maneira integrada e colaborativa a fim de projetar e construir os resultados finais almejados ao longo do projeto.

Referências

Irwin, J. D. (2010). Análise Básica de Circuitos Para Engenharia. Livros Técnicos e Científicos Editora.

Dorf, R. C. & Svoboda, J. A. (2010). Introduction to Electric Circuits.

Ribeiro, L. R. de C. (2005). A aprendizagem baseada em problemas (pbl):uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores. Tese de Doutorado. UFSC.

Sterian, A., Adamczyk, B. & Rahman, M. M. A. A. (2008). Project-Based Approach to Teaching Introductory Circuit Analysis, Grand Valley State University, Grand Rapids, Michigan, , Saratoga Springs, NY.

Costa, L. R. J., Honkala, M. & Lehtovuori, Anu. (2007). Applying the Problem-Based Learning Approach toTeach Elementary Circuit Analysis. IEEE Transactions on Education, 50 (1), 41-48.

Gomes, Antonia A. S. (2013). Utilização da metodologia Blended Learning na disciplina Introdução em Engenharia Elétrica. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília.

Rodrigues, C. R. (2008). Queimando Chips: Uma Experiência de ABP Utilizando Elementos de Engenharia Reversa. XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, São Paulo. Anais do Cobenge. Abenge, (1).