

# ANÁLISE SOBRE O MÉTODO APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NA ENGENHARIA ELÉTRICA

Guilherme Basso, Luis Henrique Ost Scher, Daniel Pinheiro Bernardon  
Centro de Excelência em Energia e Sistemas de Potência - CEESP  
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Santa Maria - RS, Brasil  
eletrobasso@gmail.com, luisost\_scher@hotmail.com, dpbernardon@ufsm.br

**Resumo**— Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica sobre aprendizagem baseada em problemas (PBL) como método de aprendizagem utilizado em diferentes disciplinas no ensino de engenharia elétrica. Visto a relevância de promover o ensino científico e tecnológico de maneira inovadora e eficaz, se definiu o método PBL, as origens, assim como as características relevantes deste. Por meio da investigação do estado da arte sobre PBL, destacou-se as principais vantagens, limitações desta metodologia em diferentes casos onde esta foi aplicada.

**Palavras-chave**— *Aprendizagem baseada em problemas (PBL), Educação, Engenharia, Ensino reflexivo.*

## I. INTRODUÇÃO

As modificações dos paradigmas energéticos e econômicos, as constantes inovações tecnológicas, gestão e automatização da produção são alguns aspectos que afetam o trabalho e por consequência a educação em engenharia [1]. Este cenário, de abrangente campo de atuação do engenheiro, demanda deste profissional habilidade e capacidade para solucionar problemas, tomada de decisões, gestão de pessoas, liderança, e não apenas o mero conhecimento técnico [2]. Devido à rápida obsolescência, é ineficaz apenas a transmissão de conteúdos estáveis na educação profissional do engenheiro, assim é necessário promover autonomia na aprendizagem, para que durante a carreira profissional deste ele possa estar apto para os diversos desafios profissionais [3].

Com o intuito de aproximar o ensino acadêmico aos desafios reais práticos do profissional surgiu, ao final da década de 1960, na Universidade de *McMaster*, Canadá a aprendizagem baseada em problemas, ou PBL (do inglês *problem-based learning*) na faculdade de Medicina [4].

O embasamento teórico PBL origina-se nas ideias de educadores construtivistas como Lev Vygotsky e Jean Piaget. E na teoria pedagógica de John Dewey denominada Ativa ou pedagogia da Ação, onde a cognição é estimulada a partir de problemas e experiências reais.

Por ser uma metodologia ativa, ou seja, centrado no estudante, o PBL privilegia a aprendizagem, e não a mera instrução [5]. A interação com os colegas, a busca de informações, a formulação de hipóteses, verificação destas e construção de conclusões (logo o envolvimento para solução

de um problema) propiciam ao acadêmico ser sujeito ativo, protagonista responsável pela aprendizagem [6]. Assim, o acadêmico pode desenvolver as competências do pensar autônomo, ser crítico e criativo, desenvolver a capacidade de aprender, de desenvolver as próprias conexões de pensamento, de busca e análise de informações [7]. O crescimento no interesse em relação a PBL não se dá somente em razão dos bons resultados apontados por pesquisas, mas também ao fato de que a ideia da aplicação da aprendizagem baseada em problemas parece uma forma natural de internalização do conteúdo apresentado ao aluno [8].

Após essa compacta conceitualização da abordagem PBL, nesse trabalho é proposta uma discussão mais detalhada a respeito do estado da arte recente de PBL. Essa discussão tem a finalidade de servir como estudo introdutório da metodologia PBL a qualquer pesquisador incipiente na área de educação inovadora para Engenharia Elétrica, atualizar profissionais e pesquisadores da área a respeito de alguns projetos e trabalhos desenvolvidos no Brasil e no exterior com resultados significantes. Assim, a presente revisão bibliográfica visa investigar casos onde PBL é aplicada no ensino de Engenharia Elétrica, e a efetividade no aumento da qualidade de aprendizagem do aluno.

## II. A NATUREZA DA APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS

Através dos estudos apresentados por [9], [10], [11], [12] buscou-se sintetizar os princípios de PBL. Ainda nesta sessão, por meio da investigação, procurou-se mostrar uma metodologia geral de aplicação de PBL, visto que não há uma fórmula única de aplicação. O espectro de empregabilidade desta abordagem é vasto. Pode-se utilizar o PBL na totalidade do currículo, em algumas disciplinas isoladamente ou em algumas aulas durante o curso da disciplina. Destacou-se a característica interdisciplinar do método e os desafios enfrentados para o emprego da abordagem PBL no ensino de Engenharia Elétrica.

### A. Princípios fundamentais de PBL

PBL visa criar hábito de estudo, através da experiência reflexiva, uma abordagem construtivista conceituada nos seguintes princípios:

1) *Ensino centrado no aluno.* O professor não é o detentor de todo o conhecimento e o transmite para ser replicado. A organização do ensino deve oportunizar e privilegiar o processo e a construção em conjunto da aprendizagem e aplicação de conhecimentos.

2) *Aluno é responsável pela própria aprendizagem.* Compete ao acadêmico a busca pelo conhecimento, então a definição do conteúdo é responsabilidade conjunta do aluno e do professor.

3) *Consideração de conhecimentos prévios.* É indispensável que o professor conheça as aprendizagens anteriores destes alunos, já que a aprendizagem de novos conteúdos é influenciada positiva ou negativamente pelos conhecimentos anteriores.

4) *Aprendizagem ativa, interativa e colaborativa.* A formulação de hipóteses para solucionar problemas requer participação ativa do aluno, comunicação e interação além de capacidade de análise, síntese e julgamento.

5) *Ensino reflexivo.* A aprendizagem que possui um contexto prático, desafios que fazem sentido para os casos reais a serem enfrentados no cotidiano do engenheiro, são relevantes. Essa importância gera, conseqüentemente maior motivação para aprendizagem, além de permitir proximidade com a profissão.

6) *Aprendizagem é intuitiva.* O processo de aprendizagem não é maçante, pois ao resolver problemas a partir de problemática real, a dedução da solução converge em assimilação de novos conteúdos.

7) *Papel do professor: o facilitador.* O papel do professor nesta abordagem é apresentar as situações problemas e ser o tutor, o coordenador das ações visando orientar os acadêmicos para a solução do problema proposto.



Fig. 1. Pilares da metodologia PBL [12].

A Fig. 1 resume os principais fundamentos da PBL. Assim, evidencia-se que a metodologia PBL oportuniza a formação de outros saberes do indivíduo, e também a formação técnica.

### B. Metodologia PBL

Em uma análise preliminar das metodologias tradicionais de ensino, pode-se inferir que, com os recursos presentes em sala de aula e laboratórios, é possível e inerente transpor a realização de singelas aulas expositivas, onde a informação é transmitida ao aluno que deve memorizar e posteriormente

apenas repetir o que lhe foi apresentado [12]. Para sanar essa demanda é necessária uma metodologia PBL.

Em suma, o processo de aplicação da PBL consiste na divisão dos alunos em pequenos grupos com o objetivo inicial de definir quais são os problemas que o exercício impõe, criam-se hipóteses de solução, seguido pela definição de quais tarefas serão incumbidas a quem, criação de etapas e, finalmente, a dedução do problema.

A Fig. 2 retrata um fluxograma da metodologia passo-a-passo da PBL.

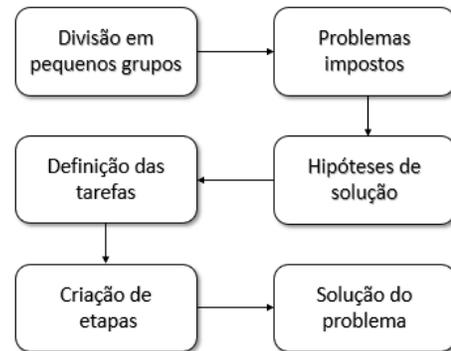


Fig. 2. Graticamente o passo-a-passo da PBL geral.

Em engenharia e arquitetura, PBL implica a construção de algum protótipo, já que há maior complexidade na resolução dos problemas, em geral no final das disciplinas [12]. Há quatro formas de realizar PBL, este pode ser aplicado em todo o currículo, ou em um modelo híbrido (componente curricular central é PBL, mas ainda há conteúdos trabalhados de forma tradicional), ou modelo parcial (há componente PBL, mas sem vínculo entre os demais conteúdos) e o modelo *post-holing* (quando PBL é utilizado pontualmente em determinado momento em disciplinas convencionais) [12].

### C. Interdisciplinaridade

Interdisciplinaridade não pode ser caracterizada como conhecimento, e sim como uma forma de ação [13]. Dessa forma, outra vantagem proporcionada pela metodologia PBL é a possibilidade de integração de diferentes saberes, disciplinas para a resolução de projetos. Visto que o ensino como prática interdisciplinar forma alunos com ampla visão, já que transcende as próprias especialidades [9].

### D. Aspectos desafiados do PBL na Engenharia Elétrica

Em primeiro momento da implementação da PBL, o maior desafio encontrado pelo professor é a falta de experiência nesse tipo de abordagem [14]. As aulas devem ser repensadas, conteúdo em parte revisados e os problemas que serão abordados na disciplina precisarão ser definidos, isso tudo levando em consideração o aprendizado de boa qualidade e problemas relevantes, para que o conteúdo abordado seja satisfatoriamente aprendido pelo aluno [14]. Além do mais, o professor deixa de ser figura ativa em sala de aula, passando a realizar o papel de tutor dos alunos, apenas direcionando-os na direção da solução, porém sem simplesmente entregar uma

resposta final. Isso atribui uma curva de aprendizagem ao professor, visto que o mesmo deve aprender a ponderar sua presença em sala para que não acabe comprometendo o desempenho do aluno, exigindo também que eles aprendam a abrir mão do controle de tudo que acontece, tendo que confiar no aluno [14].

Outro desafio surge da dificuldade de explorar o conteúdo programático previsto na totalidade, assim como tratar os assuntos com a profundidade com que a academia exige [1]. O gerenciamento do tempo para resolução dos problemas também pode se tornar um empecilho. A desvantagem do método PBL é a dificuldade de se avaliar individualmente cada acadêmico [15].

### III. APLICAÇÕES DO MÉTODO PBL

Este capítulo expõe casos onde o método PBL é utilizado como ferramenta educacional em diversas disciplinas no ensino de Engenharia Elétrica. Os casos ocorreram no Brasil e exterior.

#### A. Aplicação da PBL no ensino de análise de circuitos

No estudo de caso, elaborado na Finlândia, *Helsinki University of Technology*, a PBL foi utilizada para o ensino da análise básica de circuitos elétricos. Devido a dificuldades administrativas e ao fato de que o currículo do curso já estava definido, a aplicação da nova metodologia teve que ser mesclada com alguns aspectos da metodologia tradicional, como por exemplo a aplicação de testes [3]. Em contraponto a metodologia tradicional, os alunos recebem dever de casa esporadicamente, o único objetivo de aplicá-lo era familiarizar com o problema.

Para os estudantes, foram atribuídas funções de presidente da sessão e secretário. Para o primeiro, cabia a função de verificar se o procedimento estava sendo seguido e prevenir que as discussões se distanciassem demais do tema proposto enquanto o segundo era responsável por tomar nota das ideias propostas [16]. Foram utilizados os seguintes passos para o procedimento, sendo que os passos de 1 a 5 ocorriam em uma “sessão impulso” enquanto o passo 7 era executado em um dia posterior, em uma sessão de esclarecimento sobre o que foi pesquisado no passo 6 [16].

- 1- Elucidar termos: os alunos eram incumbidos de procurar significados de termos desconhecidos ou dos quais não se tinham total compreensão, o tutor poderia ajudar caso necessário.
- 2- Definir o problema: definir as questões que foram impostas pelo problema proposto.
- 3- Analisar o problema: processo de criação de ideias que podem ser úteis na solução, assim como hipóteses e explicações. Este passo é importante devido a utilização de conhecimentos que os alunos deveriam ter adquirido anteriormente no curso.
- 4- Sistematização: todos os dados levantados até agora, incluindo as ideias e explicações que surgiram nos itens anteriores, são organizados em grupos.

- 5- Formulação de objetivos de aprendizagem: formam-se objetivos de aprendizagem bem definidos, com a intenção de obter ainda mais conhecimento baseado na informação já adquirida.
- 6- Estudo independente: o estudante irá pesquisar por material extra que seja relevante para a solução, obtendo pelo menos as informações listadas nos objetivos de aprendizagem.
- 7- Atualização: momento onde o aluno irá compartilhar com o grupo os dados obtidos através da pesquisa realizada no passo 6.

A seguir são listadas as atividades desenvolvidas, por conteúdo da disciplina conforme [16].

1) *Eletrificação de uma casa de verão*. Este problema foi proposto com o objetivo de o aluno utilizar as leis de Ohm e as leis de Kirchoff. Através destas são obtidas respostas de corrente, tensão, resistência em série e paralelo, assim como utilização de fontes de tensão. Outrossim, é um problema de vasta aplicação prática que se mostra extremamente útil, pois aborda inúmeros aspectos da análise de circuitos de corrente contínua (CC).

2) *Análise de um filtro crossover de alto-falante*. Os estudantes se depararam com o problema do alto-falante que em volumes elevados apresentava distorção de áudio. Essa problemática real foi utilizada para o estudo de teorias relacionadas a corrente alternada (CA).

3) *Análise de transientes através da transformada de Laplace*.

a) Na aplicação de Laplace, foram utilizados mais do que um único problema. Essa decisão visa evitar que os alunos se percam do objetivo e, conseqüentemente, percam a motivação. Uma demonstração inicial consistia na simulação de um curto-circuito entre uma fase e terra, de um sistema trifásico simétrico. Após, montou-se um sistema com um indutor de aproximadamente 1,5H que era conectado e desconectado a uma bateria de 1,5V, onde os alunos eram convidados a experienciar o leve choque que isso causava. Com isso se objetiva mostrar de forma prática a existência de transientes, para que quando a matéria avançasse os alunos não se esquecessem da conexão que existe entre transformada de Laplace e a realidade [16].

b) No segundo problema, o objetivo era trabalhar com simulação de sistemas lineares diferenciais de primeira ordem, ou seja, sistemas RC (resistor-capacitor) e RL (resistor-indutor), para que os estudantes fossem capazes de construir as equações diferenciais que regem os sistemas com condições iniciais, mais elementos de resistência e fonte de corrente contínua (CC), além de resolvê-los [16]. Esses dois tipos de sistemas foram excitados através de uma onda quadrada. A observação das ondas de tensão foi realizada através do osciloscópio. O mesmo foi feito para corrente. As respostas foram analisadas através de suas ondas. Também se pediu que os

alunos, em grupos, escrevessem as equações diferenciais que representam as respostas dos circuitos quando carregados. O próximo problema consistia de circuitos mais complexos, onde há quantidade maior de elementos indutivos e/ou capacitivos, fazendo com que a aplicação Laplace fosse necessária. Aos alunos foi fornecido o material necessário para a solução, como tabelas de transformadas por exemplo. Através disso, espera-se que o aluno seja capaz de realizar a conexão entre as transformadas de Laplace, respostas no domínio do tempo e as equações diferenciais [16]. Outro problema relacionando Laplace foi a apresentação de circuitos no domínio do tempo e seu equivalente no domínio da frequência, sendo esses excitados através de uma fonte CC e depois utilizando uma fonte com saída senoidal. Por final mostrou-se um circuito no domínio do tempo e aplicou-se diferentes ondas senoidais, com o objetivo de o aluno verificar o comportamento.

Os resultados foram medidos através de um questionário aplicado *online* e de forma anônima aos alunos, sendo possível responder apenas uma vez. Algumas das questões aplicadas foram elaboradas pelo Departamento de Engenharia Elétrica e Engenharia de Telecomunicações. Assim verificou-se no comparativo entre os métodos uma ligeira melhora das notas por meio do método PBL [16].

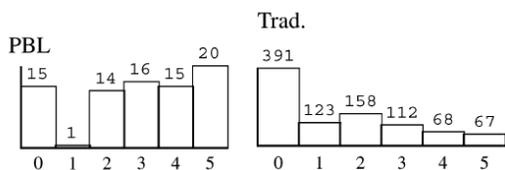


Fig. 3. Os resultados do exame, classificados como 0 = “falhar”, 1 = “passar” até 5 = “excelente”. A nota média e o desvio padrão são 3,11 e 1,77 para os alunos PBL e 1,93 e 1,69 para os alunos do curso tradicional, respectivamente [16].

Embora um exame não seja um indicador ideal de aprendizagem, serve como indicador razoável para comparar as duas formas de curso. A nota média obtida em duas disciplinas, ministradas em 2004 e 2005, é de 3,11 para os alunos que utilizaram PBL e significativamente menor 1,93 para os demais alunos, como mostrado na Fig. 3 [16]. As diferenças nos resultados do exame podem ser explicadas não apenas pelo uso do método PBL, mas também pela amostragem pequena, devido ao menor número de alunos PBL. Isso indica que o resultado PBL, estatisticamente, não é muito confiável [16].

Na prática, a contribuição de maior relevância da metodologia PBL é a excelente atmosfera de aprendizagem, empoderamento resultante da atitude positiva em relação à teoria de circuitos e estudar [16]. A autoconfiança adquirida pelos estudantes no uso de suas próprias habilidades encorajam os a fazer perguntas e encontrar respostas a estas questões aplicando criticamente o conhecimento eles já possuem [16].

## B. Aplicação da PBL no estudo luminotécnico de prédios históricos

Esta investigação utilizou a metodologia PBL no estudo luminotécnico de prédios históricos públicos com o propósito realizar um levantamento luminotécnico atual e verificar se existe a possibilidade de atualizar a iluminação para métodos mais modernos e mais eficientes. [17]. Para realização dos objetivos propostos foi empregado a utilização do software de simulação *DIALux*, e o prédio objetivo do estudo foi o Tribunal, em Coimbra, onde se utilizou iluminação LED [17]. Tendo em vista os enriquecedores benefícios trazidos pelo trabalho em grupo, assim como a grande quantidade de ideias para solução de problemas que surgem quando se segue os passos da metodologia da PBL, escolheu-se aplicar esse método ao invés do tradicional [17].

O prédio no estudo está situado na *University College of St. Thomas Aquinas*, onde se quis comparar a solução obtida com o atual sistema de iluminação, visando fornecer iluminação de maior qualidade em conjunto com menor consumo de energia. O estudo utilizando PBL foi conduzido na matéria de Projeto de Sistemas Energia Elétrica, no curso de Engenharia Elétrica do Instituto Superior de Engenharia de Coimbra [17].

A aplicação da metodologia seguiu os passos que foram expostos na Fig. 2, onde os grupos eram formados de dois a três estudantes, com eles sempre compartilhando toda a informação obtida com os demais integrantes do grupo, assim como uma avaliação posterior à conclusão do estudo de si mesmos e dos companheiros. O problema consistia no levantamento do atual sistema de iluminação instalado no exterior do Tribunal, levantamento dos possíveis sistemas que poderiam ser empregados na substituição do atual, o desenvolvimento de um protótipo para poder ser utilizado nos cálculos realizados em *software* e, finalmente, a análise dos resultados finais, atendendo os padrões de um sistema de iluminação altamente eficiente [17].

Através de investigações realizadas no local, foram constatados quais os métodos de iluminação utilizados e quais eram seus alvos [17]. A posteriori, os alunos criaram a representação 3D do prédio, simulando o estado da iluminação atual e com as lâmpadas sendo trocadas por LED [17].

Obtidos os resultados do trabalho, foi feita a avaliação da metodologia, onde os dados foram obtidos através de observação e da avaliação dos alunos sobre, levando em conta suas vantagens e desvantagens no alcance dos objetivos propostos [17]. Um levantamento final constatou que os alunos reagiram de forma positiva em relação a aplicação da PBL, assim como auxiliou na melhoria pessoal dos estudantes, os ajudando a obter melhores resultados nas pesquisas, solução de problemas e na sua motivação [17]. Também foi reconhecido pelos estudantes que quando aplicada a PBL juntamente a um *software* de simulação, o tempo de adaptação necessário a novos equipamentos pode ser reduzido, da mesma forma que permite um melhor uso das novas tecnologias [17].

### C. *PBL aplicado ao ensino de sistemas embarcados e internet das coisas na integração teoria e prática*

Utilizando-se da PBL e uma técnica de gerenciamento de projetos denominada *Project Model Canvas*. O professor ministrou a parte teórica necessária para formular a solução [18]. Com o seguinte método: uma aula de teoria, seguida de uma aula prática, ambas com duração de duas horas. Nesse arranjo, a evolução das práticas foi gradativa até para a realização do projeto final [18].

Os alunos foram divididos em duas equipes. A equipe de Internet das Coisas (IoT) e responsável por fazer a leitura de parâmetros ambientais [18]. Enquanto a equipe de Sistemas Embarcados foi incumbida de desenvolver um sistema de medição de fluxo de água com mostrador digital com data, hora e armazenamento em cartão de memória [18]. No trabalho final, as equipes teriam que unir as duas propostas e realizar um protótipo de medidor de vazão integrado à IoT [18].

Os resultados, de como a metodologia de ensino foi aceita pelos alunos, originaram-se de questionário. Através disso, foi possível concluir que a construção de protótipos é uma maneira de aferir se os futuros profissionais estão aptos para o mercado de trabalho [18]. Outro fator positivo é que a turma se concentrou em realizar o trabalho, e não em simplesmente atingir uma nota [18].

### D. *Trabalhos PBL e interdisciplinaridade*

A adoção de um currículo PBL permite a aplicação da interdisciplinaridade [9]. Na Engenharia Elétrica da Faculdade SATC foi aplicado a prática PBL no primeiro ano do curso [19]. Os projetos interdisciplinares envolveram as disciplinas de Cálculo I, Química Geral e Metodologia Científica. O projeto consistiu na produção e análise de um protótipo com tema livre que envolva conceitos abordados nas disciplinas [19]. No estudo foram elencadas as principais dificuldades dos alunos para o desenvolvimento dos projetos. A principal carência dos alunos foi a falta de conhecimentos teóricos, frente à complexidade dos projetos, visto que estavam no início do curso [19]. Porém a busca pelo conhecimento fez com que os grupos conseguissem concluir os projetos tais como: automação residencial, luminária inteligente, abajur com energia solar entre outros [19].

O trabalho desenvolvido no curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) é um denominado Kit Gerador de Energia e utilizou um alternador de automóvel, adaptado em uma bicicleta [20]. O sistema objetivou ser uma ferramenta pedagógica. As atividades, desenvolvidas com os alunos do Programa de Educação Tutorial (PET) consistiu em estudos teóricos e análise dos circuitos eletroeletrônicos envolvidos, efetuando medições experimentais, dando ênfase à geração CA trifásica e ao sistema de retificação CA-CC, aspectos de topologias de filtragem e regulação de tensão [20].

O trabalho foi avaliado através de depoimentos dos acadêmicos envolvidos, ressaltando o processo de conversão de energia (mecânica em elétrica), os fenômenos mediante a lei de Faraday e Lenz foram nitidamente percebidos e

interpretados [20]. Assim, a atividade teve bastante aceitação pelos acadêmicos, pela facilidade de visualização dos processos envolvidos e pela transposição dos conhecimentos teóricos para a prática [20]. Através da elaboração do kit, conhecimentos das disciplinas de eletromagnetismo, máquinas elétricas, medidas elétricas, eletrônica de potência entre outras foram estudados de forma não convencional [20]. Logo, a prática PBL melhorou o entendimento nestas disciplinas [20].

### IV. CONSIDERAÇÕES SOBRE EMPREGO DA METODOLOGIA PBL

Diante dos casos destacados, se percebe que a abordagem PBL de ensino não extingue a necessidade da presença ativa de um professor em sala de aula. Este apenas muda de papel, passa para o papel de facilitador, orientando os alunos na medida do quanto for necessário [4]. Desse modo, o professor não é o detentor de todo o conhecimento e o transmite para ser replicado. Assim, para os docentes, este método traz algumas vantagens. Embora exija dedicação e esforço para preparação e supervisão. Mas na somatória, libera tempo para as atividades de investigação e laboratório [12].

Para os alunos, conforme as avaliações através de questionários e depoimentos, traz a vantagem de um curso que eles apreciam com evidente satisfação psicológica pela participação ativa no próprio processo de aprendizagem. Assim, não há a monotonia das aulas exclusivamente expositivas. Mesmo que, conforme os estudos apresentados, as notas apresentaram ligeiras melhoras o trabalho em grupo, a consideração de saberes anteriores, o desenvolvimento de outras habilidades e a falta de preocupação em atingir a nota cria um ambiente mais favorável à aprendizagem.

A metodologia PBL não é estática. Assim, o emprego deste pode se moldar às ideias do professor ou à característica do currículo. Ainda é possível destacar, através dos trabalhos apresentados a plasticidade da metodologia PBL através da interdisciplinaridade.

### V. CONCLUSÃO

Neste trabalho realizou-se uma revisão do estado da arte recente da PBL. Desde a caracterização da metodologia, a fundamentação, as etapas a serem seguidas e a aplicação desta em disciplinas de engenharia elétrica. Destacou-se os benefícios da metodologia PBL para a formação de um profissional de elevada adaptabilidade com habilidades cada vez mais exigidas como a disposição para a aprendizagem contínua, o trabalho em grupo, a comunicação, a resolução de problemas, a responsabilidade profissional e a social.

Nesta revisão bibliográfica foram apresentados e discutidos projetos atuais implementados no Brasil, Finlândia e Portugal de implementação da metodologia PBL. E com isso pode-se verificar que a organização do ensino deve oportunizar e privilegiar o processo e a construção em conjunto da aprendizagem e a aplicação de conhecimentos. Isso torna o ensino significativo e reflexivo para o aluno. Do mesmo modo, verificou-se as vantagens da metodologia PBL para o professor

e para o aluno, assim como os desafios oportunizados pela metodologia.

Logo, os modelos pedagógicos tradicionais, apenas expositivos, de apresentação dos conteúdos são insuficientes. E não permitem contextualização do ensino. Desse modo, metodologias inovadoras, ativas como PBL merecem maior destaque e emprego. Já que os resultados corroboram que é possível e necessário desenvolver o reforço do perfil profissional para além dos conhecimentos puramente técnicos.

## REFERÊNCIAS

- [1] RIBEIRO, L. R. C.; ESCRIVÃO FILHO, E. “Avaliação formativa no ensino superior: um estudo de caso”. In: *Acta Scientiarum. Language and Culture*, v. 33, p. 45-54, 2011.
- [2] DENAYER, I. et al. “Teaching a structured approach to the design process for undergraduate engineering students by problem-based education”. *European Journal of Engineering Education*, v.28, p.203-214, 2003.
- [3] RIBEIRO, L.R.C; MIZUKAMI, M.G.N. “Uma Implementação da Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL) na Pós-Graduação em Engenharia sob a Ótica dos Alunos”. *Revista Semina: Ciências Sociais e Humanas*, Londrina, v. 25, p. 89-102, 2004.
- [4] BOUD, D.; FELETTI, G. “The Challenge of Problem Based Learning”. London, U.K.: Kogan Page, 1997.
- [5] SOUZA, S.C; DOURADO, L. “Aprendizagem baseada em problemas (PBL): Um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo”. *HOLOS*, Rio Grande do Norte, vol. 5, n. 31, 2015.
- [6] MARTINS, J. G. “Aprendizagem baseada em problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem”. 2002. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2002.
- [7] LIBÂNEO, J. C. “Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos”. São Paulo: Loyola, 1992.
- [8] Borrego, M. and Cutler, S. (2010), “Constructive alignment of interdisciplinary graduate curriculum in engineering and science: an analysis of successful IGERT proposals”, *Journal of Engineering Education*, Vol. 99 No. 4, pp. 355-369.
- [9] Graaff, E.D. and Kolmos, A. (2003), “Characteristics of problem-based learning”. In: *International Journal of Engineering Education*, Vol. 19 No. 5, p. 667-662.
- [10] BARROWS, H. S. Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. In: WILKEERSON, L.; GIJELAES, W. H. (Ed.). *Bringing problem-based learning to higher education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1996. P.3-12.
- [11] MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. 5ª edição. São Paulo: Cortez; Brasília, D.F.: UNESCO, 2002.
- [12] RIBEIRO, L.R.C. UFSCAR – UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS. *A aprendizagem baseada em problemas (PBL) – Uma implementação na educação em engenharia na voz dos atores*, 2005. 205p, il. Tese (Doutorado).
- [13] FAZENDA, I, C, A. *Interdisciplinaridade: História, Teoria e Pesquisa*. 11ª. ed. Campinas, SP: Papirus, 2003 (1994).
- [14] CASALE, A. “Aprendizagem Baseada em Problemas – desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia”. 2013. 162 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2013.
- [15] OLIVEIRA, Maria das Dores R. de. “Aprendizagem baseada em problemas/projetos em ambiente on-line na perspectiva de educadores e educandos das ciências de alimentos”. 2013. 221 f. Tese (Doutorado em Ciências e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, 2013.
- [16] COSTA et al.: “Applying the Problem-Based Learning Approach to Teach Elementary Circuit Analysis”. In: *Ieee Transactions on Education*, vol. 50, no. 1, feb. 2007.
- [17] “Electrical Engineering course using PBL – the lighting of historical buildings”. In: *Ieee Transactions on Education*, P.345. Apr. 2018.
- [18] SILVA, F. M. C. Aprendizagem baseada em problemas aplicado ao ensino de sistemas embarcados e internet das coisas na integração teoria e prática. In: *XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, 2017.
- [19] ZAGO, H. et al. “Abordagem por meio de projetos interdisciplinares aplicada à primeira fase do curso de engenharia elétrica”. In: *XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, 2017.
- [20] KOLTERMANN, P. et al. “A interdisciplinaridade no ensino de engenharia elétrica - sistema de conversão - kit gerador de energia – aspectos técnicos e pedagógicos” In: *XLV Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, 2017.