

## UTILIZAÇÃO E ADAPTAÇÃO DO TBL PARA ENGENHARIAS NA DISCIPLINA DE ELETRICIDADE APLICADA

Priscila Crisfir Almeida Diniz – [priscilacrisfir@gmail.com](mailto:priscilacrisfir@gmail.com)  
Faculdade ESAMC Uberlândia, Departamento de Engenharias  
Av. Vasconcelos Costas, 270, 38400-448 – Uberlândia – MG  
Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica  
Av. João Naves de Avila, 2121, 38400-902 – Uberlândia – MG

Antônio Cláudio Paschoarelli Veiga – [acpveiga@ufu.br](mailto:acpveiga@ufu.br)  
Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade de Engenharia Elétrica  
Av. João Naves de Avila, 2121, 38400-902 – Uberlândia – MG

**Resumo:** A metodologia Team Based Learning (TBL) é uma metodologia ativa centrada no aluno de tal que os alunos estudam de forma independente um material conceitual antes de ser tratado em sala de aula e posteriormente, em sala, passa um tempo considerável trabalhando em grupos resolvendo problemas com aplicações conceituais baseado no material estudado. O TBL aprimora as habilidades cognitivas dos discentes facilitando a associação dos conteúdos teórico e prático, e ainda desenvolve habilidades profissionais tais como auto aprendizagem, resolução de problemas e habilidades de equipe. Devido a estes benefícios potenciais o TBL foi adotado como principal método de ensino da disciplina de eletricidade aplicada para os cursos de engenharias, onde tem sido usado desde 2014. Este artigo apresenta a estratégia de aplicação do TBL em eletricidade aplicada e mostra resultados da eficiência do método aplicado com base nas avaliações de aprendizagem, dados da ferramenta de ensino blackboard, questionários respondidos pelos alunos sobre a opinião deles com relação ao método aplicado e finaliza o aprendizado com o desenvolvimento de um projeto de eletricidade aplicada que reúne todos os aspectos conceituais e práticos.

**Palavras-chave:** Sala de aula invertida, Team Based Learning, Engenharia, Eletricidade aplicada.

### 1 INTRODUÇÃO

Algumas pesquisas mostram que a metodologia ativa produz um aprendizado conceitual mais profundo que a metodologia tradicional (PRINCE, 2004), (PUNHAGUI, 2011), (BIGGS, 2007), e que quando a metodologia ativa envolve grupos para solução de problemas como no Problem Based Learning (PBL) (BARROWS, 1980), (CASALE, 2013), (EL-KHALILI, 2013) e (RIBEIRO, 2004), ou desenvolvimento de projetos como no Project Based Learning (PjBL) (WAKS, 2004), (VALDEZ, 2010), ou ainda como no Team Based Learning (TBL) (MICHAELSEN, 2009), (ELNAGAR, 2013), (O'CONNEL, 2014) são desenvolvidas algumas habilidades essenciais na formação profissional como resolução de problemas, trabalho em equipe, comunicação, além do aprendizado auto dirigido.

A metodologia ativa incentiva a curiosidade a medida que o discente busca o conteúdo teórico e questiona o docente a respeito dos elementos ainda não considerados em sala de aula.

Nas metodologias ativas o docente atua como um facilitador ou orientador dos discentes. Nessas metodologias para que os alunos atinjam os objetivos do aprendizado pretendido, eles pesquisam, analisam os conteúdos e solucionam os problemas de maneira independente e livre.

Essencialmente o TBL é uma versão específica da estratégia de sala de aula invertida, no qual os conceitos teóricos são estudados em casa e o que seria as atividades de casa pelo método tradicional são abordados em sala de aula.

A abordagem de sala de aula invertida é uma prática adotada pela faculdade ESAMC e usada em todos os cursos de graduação desta instituição. Assim o TBL foi escolhido para ser aplicado no ensino desta disciplina por enfatizar o aprendizado de conceitos fundamentais bem como na maneira de usá-lo se mostrar relativamente simples. A partir desta escolha o TBL vem sendo aplicado há quatro anos na disciplina de Eletricidade aplicada para os cursos de engenharia desta faculdade e como será visto adiante algumas adaptações foram necessárias para alcançar melhores resultados de aprendizado.

Este artigo descreve o método TBL e como é aplicado para a disciplina de Eletricidade aplicada e está estruturado como segue: a seção 2 discorre sobre os fundamentos de TBL; a seção 3 descreve a aplicação do TBL em eletricidade aplicada; A seção 4 mostra a estratégia de adaptação proposta para aprendizagem em eletricidade aplicada e os resultados; Finalmente, na seção 5 são apresentadas as conclusões.

## 2 TEAM BASED LEARNING – TBL

O TBL é uma metodologia educacional na qual a estratégia principal é o processo de aprendizado em pequenos grupos, favorecendo ativamente o saber e motivando em cada participante a busca pelo conhecimento (ROCHA, 2014).

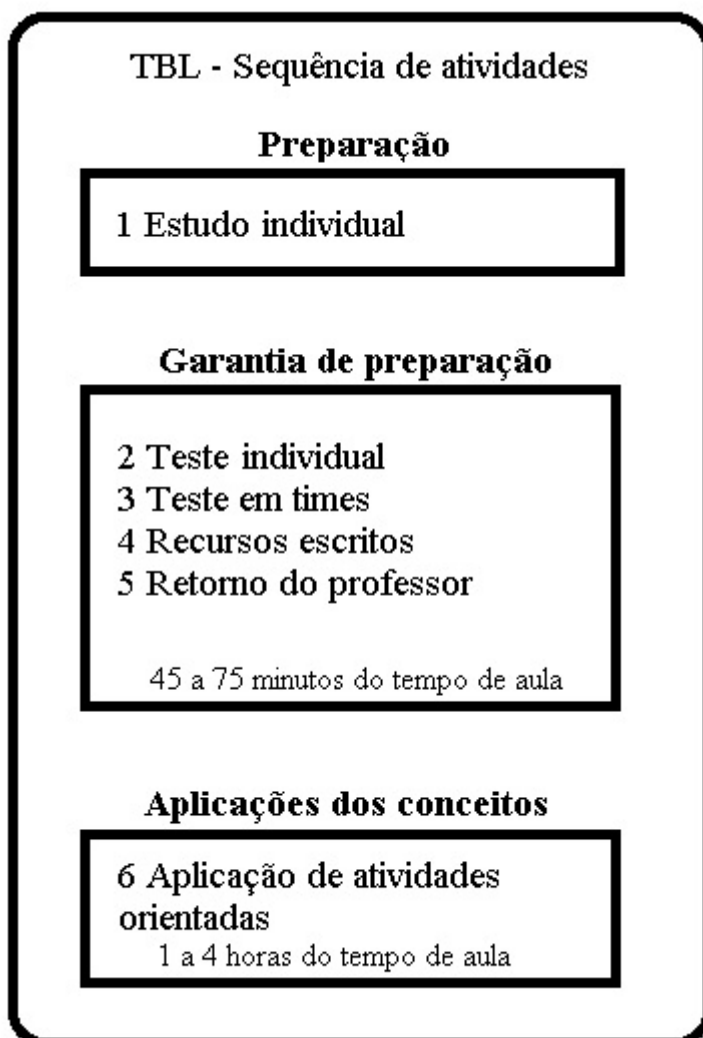
A partir de um conteúdo selecionado, o TBL pode ser aplicado através da divisão em etapas. Na primeira etapa o discente realiza o estudo prévio individual do material e fora da sala de aula. Na segunda etapa, o docente verifica o conhecimento adquirido previamente aplicando um teste individual no aluno e posteriormente um teste em equipe (ELNAGAR, 2013). Diversos desdobramentos surgem em função desses testes e serão abordados a frente. Finalmente, na última etapa o professor esclarece as dúvidas ocorridas e com a finalidade de aprimorar o conhecimento dos discentes ele reforça os conceitos (ELNAGAR, 2013).

Michaelsen e Sweet descreveram o TBL como uma metodologia que ultrapassa a fronteira referente apenas ao conteúdo. Essa metodologia proporciona aos discentes a oportunidade de aplicar os conceitos teóricos e práticos do curso com a finalidade de solucionar os problemas (MICHAELSEN, 2009).

O conteúdo da disciplina é dividido em módulos ou unidades, cada módulo é planejado para aplicar as etapas do TBL e uma questão fundamental é a distribuição do tempo em cada etapa. Para ilustrar esse planejamento a Fig. 1 mostra a organização do tempo por etapa aplicado a cada módulo da disciplina utilizando o TBL.

Na etapa de preparação da Fig. 1 em um ambiente fora da sala de aula, o discente realiza o estudo individual. Este estudo pode ser um artigo, um capítulo de livro, uma vídeo-aula postada pelo professor ou um material encontrado na web.

Fig. 1. Sequência das atividades TBL em cada módulo.



Fonte: (MICHAELSEN, 2009).

No estudo individual da etapa de preparação que acontece fora da sala de aula a comunicação entre aluno e professor pode ocorrer por meio de ferramentas educacionais como por exemplo Moodle, Blackboard, KLS dentre outros. Para este trabalho foi utilizado o Blackboard pois esta é a ferramenta de ensino adotada pela faculdade ESAMC. O Blackboard é uma plataforma de gestão e distribuição de conteúdo acadêmicos, permitindo que o processo de ensino aprendizagem possa ser complementado. Então, usando o Blackboard o professor disponibiliza o conteúdo de estudo individual para o aluno. Além disso é possível interação entre aluno e o professor, isto permite que as relações, discussões e aprendizado não se limite a sala de aula.

Em sala de aula, tem-se a etapa de garantia de preparação no inglês *readiness assurance process* (RAP) ilustrado na Fig. 1, no qual o docente aplica um teste individual também chamado de *individual readiness assessment test* (iRAT) para verificar se o aluno cumpriu o passo do estudo individual. Posteriormente, com um time de cinco a sete alunos (MICHAELSEN, 2009), fixos até o fim da disciplina, o professor aplica o teste em time conhecido como *team readiness assessment test* (tRAT) com as mesmas questões do iRAT.

Caso algum aluno não tenha cumprido com o passo do estudo individual, além de não conseguir acertar o iRAT ele não conseguirá contribuir com o time, os componentes do time alertam este indivíduo para que esse tipo de conduta não se repita. Outras situações não frequentes que podem ocorrer são discutidas em (MICHAELSEN, 2009).

Ao término do tRAT os alunos podem construir recursos às respostas que o time não concorda. Para fazer uma apelação às respostas das perguntas que eles não concordaram, os alunos podem elaborar os recursos baseados em evidências e argumentos válidos e recebem um retorno imediato a respeito destas apelações. Para finalizar a etapa de RAP com uma melhor preparação é feita uma aula curta e específica que permite o esclarecimento dos eventuais equívocos aparentes que ocorreram durante o teste em equipe e na fase de recursos. Uma vez que estas etapas foram concluídas, o restante do tempo do módulo deve ser usado para aplicar as atividades que exigem do aluno a prática do conteúdo (MICHAELSEN, 2009). Nesta fase aloca-se em torno de 70% do tempo do módulo. Na Fig. 1 considerou-se como exemplo um módulo de 5 horas.

O *Team Based Learning* foi projetado para proporcionar aos alunos o conhecimento dos conceitos e dos procedimentos. Embora, algum tempo na sala de aula seja despendido para verificar e garantir que os alunos dominem o conteúdo do curso, a maior parte deste tempo é utilizado para a solução de projetos e a resolução de problemas práticos (MICHAELSEN, 2009). Além disso, estes projetos e problemas são comumente encontrados no mercado de trabalho (MICHAELSEN, 2009).

A próxima seção descreve a aplicação do TBL para a disciplina de eletricidade aplicada.

### 3 TBL para Eletricidade Aplicada

A disciplina de eletricidade aplicada é composta de uma carga horária de 40 aulas de 50 minutos cada e tradicionalmente tinha seu conteúdo apresentado de forma expositiva durante todo o tempo de aula. Para aplicação do TBL a disciplina teve seu conteúdo reestruturado e dividido em módulos, como: módulo A – Introdução a eletricidade e energia (8 aulas); módulo B – Circuitos monofásicos (8 aulas); módulo C – Circuitos Trifásicos (8 aulas); módulo D – Transformadores (8 aulas); e módulo E – Motores elétricos (8 aulas).

Apenas no módulo A não é aplicado as etapas do TBL, pois por ser o primeiro contato dos discentes com a disciplina esse módulo é usado para mostrar o que será aprendido durante o curso e como será avaliado cada módulo. Como o objetivo final da disciplina é que o aluno esteja apto a analisar e projetar soluções usando recursos elétricos e eletrônicos, desde a primeira aula ele deve estar atento ao conteúdo apresentado e aos conceitos distribuídos em cada módulo.

Para aplicação do TBL nos módulos seguintes, a classe é dividida em times. Estes times são permanente até o fim do semestre e em cada início de módulo são aplicados o iRAT e o tRAT, as questões destes testes envolve os conceitos fundamentais de cada módulo.

Para a preparação individual do conteúdo do módulo que será trabalhado em classe é disponibilizado ao aluno um material, hospedado no BlackBoard, com antecedência de uma a duas semanas e sempre é disponibilizado dois materiais, um para leitura e uma vídeo-aula, na qual o aluno pode escolher um ou dois destes recursos ou ainda buscar qualquer outro material de sua preferência que contemple os conceitos do conteúdo indicado. Quando o aluno acessa o conteúdo disponibilizado no BlackBoard o tempo de estudo fica registrado na plataforma, e

essa informação fica disponível para verificação do professor. Podendo ser utilizada para subsidiar e tornar mais objetiva as avaliações do estudante.

O iRAT ocupa de 15 a 20 minutos do tempo de aula e o tRAT é realizado em 20 a 25 minutos. O restante do tempo de cada módulo é usado para esclarecer dúvidas remanescente e aplicações práticas que também são realizadas em times, estas práticas podem ser dadas em laboratório se necessário.

Durante um período de oito semestres usando o TBL em eletricidade aplicada algumas alterações no processo de aplicação da metodologia se mostrou necessária para alcançar com mais eficiência os objetivos de aprendizagem, cujas alterações são apresentadas na próxima seção.

#### **4 Estratégia de Aprendizagem e Resultados**

A aplicação de metodologias ativas nos cursos de engenharia conduzem a resultados de aprendizagem satisfatórios com respeito a capacidade do aluno compreender o conteúdo aprendido. Entretanto o uso do método da sala de aula invertida e principalmente aplicações usando o TBL ainda é uma abordagem pouco explorada na engenharia e que tem mostrado bons resultados (O’CONNEL, 2014) porém constata-se a necessidade de algumas adaptações.

Estas adaptações levam em consideração fatores como, quantidade de alunos em cada time, utilização de avaliações somativas e regime de trabalho em grupo para desenvolver um projeto específico.

Durante o período de quatro anos que foi aplicado o TBL na disciplina de Eletricidade aplicada essas necessidades de adaptações foram consideradas e inseridas no processo de aprendizagem. Assim, atualmente as equipes são compostas com 4 alunos fixos durante todo o semestre, pois com um grupo menor o comprometimento do aluno com sua equipe é maior e consequentemente o aproveitamento e o interesse na disciplina aumentam.

Outras duas avaliações individuais são aplicadas, uma no meio e outra no final do semestre, A primeira contempla o conteúdo dos módulos A, B e C e a segunda o conteúdo D e E. Essas avaliações são necessárias para compor a nota do aluno ao final do curso.

Por fim é avaliado o projeto final desenvolvido por cada equipe contemplando o conteúdo dos módulos A, B, C, D, E. Cabe ressaltar que após o domínio dos diversos conteúdos utilizando a metodologia TBL, inclui-se o desenvolvimento desse projeto para que concatenasse todos esses conceitos utilizando a mesma metodologia. Este projeto é o resultado de todo o conteúdo trabalhado e a forma que os alunos têm de consolidar o esforço da equipe em assimilar e integrar as partes para desenvolver um projeto de eletricidade aplicada.

A verificação do aprendizado é realizada utilizando os registros de acesso e tempo de estudos por meio da plataforma Blackboard, relação de desempenho do iRAT e tRAT com o tempo de estudos registrado para cada aluno, avaliação de aprendizagem individual e bimestral e projeto final por equipe.

Com o intuito de subsidiar o grau de satisfação do estudante com relação a aplicação do método, uma série de questões são feitas aos alunos com respeito a metodologia TBL aplicada na disciplina. Estas questões são listadas e enumeradas abaixo:

- 1 – Você leva a sério a preparação para os testes?
- 2 – Você sente que seu interesse e curiosidade foram estimulados com o TBL?
- 3 – Você acha que as atividades propostas facilitam seu aprendizado?
- 4 – O TBL melhora o aprendizado nesta disciplina?

Este questionário é feito desde o início da aplicação do TBL na disciplina e questões parecidas são referendadas no artigo (O’CONNEL, 2014). A Tabela 1 mostra a quantidade de alunos que respondeu o questionário por semestre e a Tabela 2 relaciona as questões e o percentual de respostas sim em cada semestre.

Tabela 1 – Quantidade de estudantes por semestre

| Semestre | Nº de alunos |
|----------|--------------|
| 2014-1   | 24           |
| 2014-2   | 39           |
| 2015-1   | 19           |
| 2015-2   | 33           |
| 2016-1   | 19           |
| 2016-2   | 45           |
| 2017-1   | 35           |
| 2017-2   | 27           |

Tabela 2 – Relação de questões e percentual de respostas ‘sim’

| Questões | % Sim 2014-1 | % Sim 2014-2 | % Sim 2015-1 | % Sim 2015-2 | % Sim 2016-1 | % Sim 2016-2 | % Sim 2017-1 | % Sim 2017-2 |
|----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1        | 75           | 80           | 85           | 88           | 90           | 89           | 89           | 93           |
| 2        | 72           | 77           | 75           | 90           | 90           | 89           | 92           | 100          |
| 3        | 69           | 85           | 80           | 100          | 85           | 98           | 97           | 100          |
| 4        | 60           | 77           | 100          | 88           | 100          | 98           | 100          | 100          |

A Tabela 1 possui duas colunas na qual a primeira identifica o semestre que houve aplicação do TBL, a segunda coluna mostra a quantidade de alunos que responderam ao questionário realizado. A Tabela 2 possui na primeira coluna a indicação das questões que foram respondidas e as demais colunas mostra o percentual de respostas sim para cada semestre que foi aplicado o TBL.

A medida que a estrutura de aplicação do TBL foi se tornando mais sólida, aliado ao entendimento dos alunos quanto as suas responsabilidades, então teve-se maior aceitação e aprovação do método como pode ser visto na Tabela II.

As adaptações feitas ao longo deste período de quatro anos foram alicerçadas considerando as respostas apresentadas na Tabela 2 e o respaldo da aplicação do método é percebido em sala de aula, considerando o aumento do desempenho, o interesse do aluno, maior dedicação nas atividades de preparação comprovado pelo Blackboard, melhoria nas atividades individual e de equipe entregues e o resultado das avaliações bimestrais.

Os alunos dos cursos de engenharia civil, ambiental, mecânica e produção que cursam a disciplina de eletricidade aplicada possuem dificuldades conceituais e desinteresse ao conteúdo de eletricidade, assim o grande sucesso da aplicação dessa metodologia não é apenas o aprendizado efetivo dos conceitos e sim a motivação e interesse que os alunos demonstraram

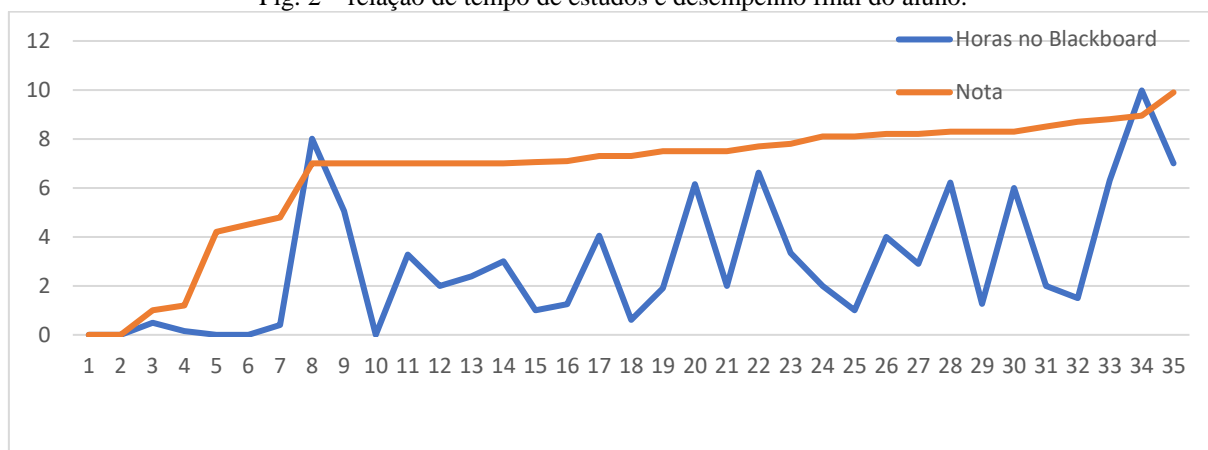
ao desenvolver os projetos e resolver problemas da área elétrica e eletrônica com seus respectivos times.

O uso do TBL e as adaptações para a disciplina de eletricidade aplicada apresentou excelentes resultados de aprendizado dos alunos, proporcionando melhor fixação de conceitos e desenvolvendo habilidades de aplicações práticas.

A partir dos resultados da Tabela 2 calculou-se o valor médio das respostas, assim observa-se que em 2014-1 obteve-se 69% de respostas ‘Sim’, em 2014-2 foram 79,75%, em 2015-1 teve 85%, em 2015-2 foram 91,5%, em 2016-1 foram 91,25% , em 2016-2 teve 93,5%, em 2017-1 foram 94,5% e em 2017-2 teve 98,25%. Estas médias indicam de maneira geral a aprovação dos alunos sobre a metodologia adotada e as adaptações aplicadas ao longo dos semestres.

A plataforma Blackboard disponibiliza diversos relatórios, dentre eles um relatório referente ao tempo que cada aluno dedicou às atividades da disciplina. Fazendo a comparação da nota do aluno com o tempo de dedicação ao conteúdo para estudos fora da sala de aula é possível mensurar e estimar a eficácia do método aplicado. Para ilustrar esta correlação a Figura 2 compara as atividades de 2 alunos quaisquer.

Fig. 2 – relação de tempo de estudos e desempenho final do aluno.



O gráfico da Fig. 2 foi gerado a partir de dados retirados da plataforma Blackboard e representa o tempo em horas de estudos utilizando o conteúdo disponibilizado na plataforma. O eixo horizontal representa os alunos identificados por números de 1 a 35 que cursaram a disciplina em 2017-1. Observa-se que os alunos 1 a 7 com poucas horas de estudos não conseguiram nota superior a 6, a quantidade média de horas de estudos da turma é de 2 horas e 43 minutos. Poucos alunos com horas de estudo menores que a média, obtiveram nota superior a 7 e apenas o aluno de número 10 não registrou horas de estudos no sistema.

Para finalizar as atividades aplicadas o projeto de eletricidade aplicada depende não somente dos conteúdos desenvolvidos em cada módulo do TBL, mas também da capacidade de cada uma das equipes conectar todos esses conteúdos para o desenvolvimento de um produto final. O TBL é utilizado para o desenvolvimento e avaliação dessa capacidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho apresentou o conceito do TBL, mostrou a utilização do TBL na disciplina de eletricidade aplicada ministrado aos cursos de engenharia civil, ambiental, produção e mecânica.

Devido a necessidade de adaptações para que os alunos pudessem ter melhor absorção dos conceitos, a metodologia foi aplicada com a quantidade de alunos por equipe sendo apenas de 4 alunos, duas avaliações bimestrais individuais e um trabalho em equipe com o projeto de eletricidade aplicada também são avaliados.

Este artigo apresentou ainda uma tabela com respostas dos alunos sobre a opinião deles em relação a metodologia aplicada.

A partir de relatórios extraídos da plataforma Blackboard e relacionado às notas dos alunos constatou-se a eficiência da metodologia em envolver o aluno e provocar o interesse em conceitos complexos.

No entanto, o que realmente deixou explícito o efetivo aprendizado da disciplina usando o método apresentado foi o projeto final completo de eletricidade aplicada proposto e desenvolvido pela equipe. A justificativa para esta afirmação se deve ao fato de que, em um projeto de eletricidade aplicada, para ser bem-sucedido existe a necessidade do domínio individual a cada etapa e a capacidade de poder utiliza-lo de forma integrada para o objetivo final.

Portanto, é proposto para trabalhos futuros que, o TBL seja aplicado em conteúdos complexos da engenharia elétrica, engenharia de telecomunicações e outras. Além disso, pode-se empregar o TBL em conjunto com o PjBL nestes mesmos conteúdo.

Então, pode-se concluir com os resultados práticos obtidos neste trabalho, que o TBL para os cursos de engenharias, proporciona uma melhor elucidação dos conceitos teóricos possibilitando atingir os objetivos educacionais no que se refere a construção do conhecimento, o aprimoramento das habilidades e das atitudes dos discentes de maneira mais eficiente do que o método tradicional, além de favorecer aplicações práticas próximas as encontradas no mercado de trabalho.

## REFERÊNCIAS

BIGGS, J.TANG, C. “**Teaching for quality learning at university**,” 3rd ed. Berkshire, U.K. Mcgrawhill, 2007.

BARROWS, H. S. TAMBLYN, R. M. “**Problem based learning**,” New York, Spring Publishing Company, 1980.

CASALE, A. “**Aprendizagem baseada em problemas – desenvolvimento de competências para o ensino em engenharia**” 173 f. Tese (Doutorado) USP, São Carlos, 2013.

ELNAGAR, A. ALI, M. S. Ali, “Survey of student perceptions of a modified team based learning approach on an information technology course,” **PICICT, IEEE** pp. 22-27, 2013.



EL-KHALILI, N. H. “Teaching agile software engineering using problem based learning” **IJICTE IGI Global**, vol 9, no 3, pp. 1-12, 2013.

MICHAELSEN, L. SWEET, M. PARMALLEE, D. “**Team-Based Learning: Small Group Learning’s Next Big Step**,” Jossey-Bass, San Francisco, 2009.

O’CONNEL, R. M. “Adapting team based learning for application in the basic electric circuit theory sequence” **IEEE Transactions on Education**, 2014.

PRINCE, M. J. “Does active learning work? A review of the research,” **J. Eng. Educ.**, vol. 93, no 3, pp. 223-231, 2004.

PUNHAGUI, K. CAMPOS, E. F. FONTENELLE, J. H. D’AVILA, A. C. S. “Novas ferramentas para o ensino em engenharia: Discussão sobre o método de ensino active learning” **COBENGE**, 2011.

RIBEIRO, L. R. C. MIZUKAMI, M. G. N. “Na implementation of problem based learning in postgraduate engineering education according the students,” **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, vol. 25, pp. 89-102, 2004.

ROCHA, H. M. LEMOS, W. M. “Metodologias Ativas: Do que estamos falando? Base conceitual e relatos de pesquisa em andamento” **IX SIMPED – Simpósio Pedagógico e Pesquisa em Educação**, 2014.

VALDEZ, M. T. AGREIRA, C. F. FERREIRA, S. M. BARBOSA, F. P. M. “Teaching, learning and exploring the use of project based learning,” **Elektronika ir elektrotechnika**, vol. 105, no. 9, p. 117, 2010.

WAKS, S. SABAG, N. “Technology project learning versus lab experimentation” **Journal of Science Education and Technology**, vol. 13 no. 3, pp. 333-342, 2004.

## **ADAPTING AND APPLICATION OF TBL FOR ENGINEERING IN THE APPLIED ELECTRICITY**

**Abstract:** *One of the great challenges of engineering education is to bring theory closer to practical applications. The Team Based Learning (TBL) methodology is actively centered on the student so that they study a conceptual material independently before it is treated in the classroom. After that, they spend a considerable amount of time working in groups in the classroom solving problems with conceptual applications based on the material studied. TBL improves the cognitive skills of students by facilitating the association of theoretical and practical content. It even develops professional skills such as learning, problem solving and team skills. Because of these potential benefits, TBL was adopted as the main method for teaching electricity applied in the engineering courses, where it has been used since 2014. This article presents the TBL application strategy in electricity applied and shows the results of the efficiency of the method based on learning assessments, data from the blackboard teaching tool, questionnaires answered by the students about their opinion regarding the method applied and*

*finalizes the learning with the development of a project that gathers all the conceptual and practical aspects*

**Key-words:** *Team Based Learning, Flipped classroom, Engineering, Electricity applied.*

Organização:



Realização:

