

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS (PjBL) ATRAVÉS DA COMPETIÇÃO DE ROBÔS

Celso A. de França^[1] – celsofr@ufscar.br
Helder V. A. Galeti^[1] – helder@ufscar.br
Robson Barcellos^[1] – barcellos@ufscar.br
Flávio Y. Watanabe^[2] – fywatanabe@ufscar.br
Edilson R. R. Kato^[3] – kato@ufscar.br

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
Departamento de Engenharia Elétrica – DEE^[1]
Departamento de Engenharia Mecânica – DeMEC^[2]
Departamento de Computação – DC^[3]
Rod. Washington Luis, Km 235
CEP 13565-905 – São Carlos –SP

Resumo: A alta carga horária de disciplinas teóricas no primeiro ano dos cursos de engenharias geralmente desmotiva os alunos, o que pode provocar um aumento na evasão do curso. Além disso, as empresas têm dado ênfase no trabalho em equipe, na colaboração entre os membros da equipe. Várias metodologias ativas têm sido propostas para atualizar os cursos de engenharia para trabalhar com os alunos desse novo século. Uma dessas metodologias ativas é a Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL), onde através de um projeto são desenvolvidas várias habilidades: técnicas, de pesquisa, de trabalhar em grupo, de comunicação, liderança, entre outras. O objetivo desse trabalho foi desenvolver essas habilidades através do projeto de um robô seguidor de linha para alunos ingressantes no curso de engenharia elétrica. A metodologia foi dividida em três etapas: Preparação, Intragrupo e Intergrupar. A etapa de preparação se caracteriza pelas informações fornecidas pelo professor, a etapa intragrupo acontece dentro de cada grupo desenvolvendo seu projeto e a etapa intergrupar ocorre na interação entre os grupos durante a competição. Os resultados colhidos foram animadores sendo que 96% dos alunos consideraram a atividade interessante; 81% dos alunos comentaram que aprenderam a fazer soldas e todos os alunos reportaram que entenderam o funcionamento do robô. Todos alunos se interessaram pela competição, e no geral, aprenderam a administrar os problemas internos no grupo.

Palavras-chave: PjBL. Metodologias Ativas. Ensino Aprendizagem.

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a educação nos tempos atuais é um tema amplamente discutido entre vários educadores. Segundo Costa et al. (2010), hoje o enfoque está no estudante que deve desenvolver além dos conhecimentos técnicos básicos de sua área de especialidade, outras habilidades e competências como trabalho em grupo, liderança, comunicação, iniciativa,

autodidatismo, adaptabilidade, efetividade, profissionalismo, capacidade de gerenciamento e habilidades cognitivas.

Para Carvalho et al. (2014) as empresas, hoje, possuem uma estrutura organizacional inovadora que dão mais ênfase ao trabalho em equipes e às atividades colaborativas entre os membros, exigindo equipes onde seus membros sejam autônomos e responsáveis por seus atos tomando e executando decisões independentes de seus supervisores. Essa situação solicita mudanças significativas nos perfis profissionais necessário à participação e gestão dessas empresas (CARVALHO et al., 2014).

Monteiro (2012), afirma que os educadores estão preocupados com a eficiência dos métodos tradicionais, pois, constata que os alunos são agentes passivos do processo de ensino-aprendizagem e a retenção de conhecimento é baixa (MONTEIRO et al., 2012).

Outra preocupação que ocorre sobre o aprendizado é de os alunos sentirem desmotivados no início dos cursos por causa da alta carga horária de disciplinas teóricas, ocasionando até um aumento na evasão do curso. Furtado et al. (2018) comenta que a evasão de alunos nos cursos de ciências exatas e engenharia ocorre em diversos países do mundo e que este fato pode estar relacionado às metodologias de ensino e de o ambiente nas matérias iniciais dos cursos serem vistos como ineficientes e desmotivadoras pelos estudantes.

Estas preocupações foram evidenciadas no processo de revisão das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) do Curso de Graduação em Engenharia, aprovadas recentemente pelo Ministério da Educação - MEC (BRASIL, 2019). Estas diretrizes apontam para a necessidade de se evidenciar a descrição e a avaliação das competências desenvolvidas nas diferentes atividades de ensino-aprendizagem do curso, incluindo aquelas que promovam a integração de conhecimentos e a interdisciplinaridade, o desenvolvimento de trabalhos orientados individuais ou em grupo, articulando simultaneamente a teoria, a prática e o contexto de aplicação.

Adicionalmente, a exemplo do que vem sendo incorporado nas DCNs de outros cursos, as DCNs de Engenharia estabelecem que deve ser estimulado o uso de metodologias para aprendizagem ativa, como forma de promover uma educação mais centrada no aluno e, para tanto, é indicado que os cursos de graduação em Engenharia mantenham permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso, por meio de seu domínio conceitual e pedagógico.

As metodologias ativas têm sido estudadas como uma forma motivadora de passar a informação, transformando os alunos em agentes ativos no processo de aprendizagem. Com métodos ativos, os alunos assimilam maior volume de conteúdo, retêm a informação por mais tempo e aproveitam as aulas com mais satisfação e prazer (SILBERMAN, 1996). Dentre as técnicas de metodologias ativas, a Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) vem sendo amplamente adotada e estudada.

De acordo com Jones (1987 apud Nobre et al., 2006) projetos são tarefas complexas que se baseiam em questões ou problemas desafiadores, e envolvem o estudante no entendimento do problema e sua resolução, na tomada de decisão ou atividades investigativas, dando-lhe a oportunidade de trabalhar autonomamente em períodos de tempo prolongados, e culmina em apresentações ou produtos realísticos.

O início da Aprendizagem Baseada em Projetos (PjBL) moderna, datam do início de 1900, com John Dewey sustentando o "aprender fazendo", esse princípio também faz parte do construtivismo (GRANT, 2002).

O objetivo do PjBL é desenvolver e melhorar habilidades técnicas e não técnicas e oferecer uma prática real de engenharia para os discentes. (NOORDIN et al., 2011). Os

projetos desenvolvidos sob a metodologia de PjBL podem ser classificados em três categorias (BARBOSA & MOURA, 2013):

- Projeto construtivo: tem em vista construir algo novo, introduzindo alguma inovação, propor uma solução nova para um problema ou situação. Possui a dimensão da inventividade, seja na função, na forma ou no processo.
- Projeto investigativo: destina-se ao desenvolvimento de pesquisa sobre uma questão ou situação, mediante o emprego do método científico.
- Projeto didático (ou explicativo): procura responder questões do tipo: “Como funciona? Para que serve? Como foi construído?” Busca explicar, ilustrar, revelar os princípios científicos de funcionamento de objetos, mecanismos, sistemas etc. (BARBOSA & MOURA, 2013, p.63)

O objetivo deste trabalho foi utilizar a metodologia PjBL realizando um projeto didático de um robô seguidor de linha, para motivar os alunos ingressantes no curso de engenharia elétrica. Além disso, outros objetivos desejados são: desenvolver a habilidade de trabalhar em grupo (cooperação, administração de problemas), aprimorar habilidade de comunicação, trabalhar a habilidade manual de montagem de circuitos e habilidade técnica.

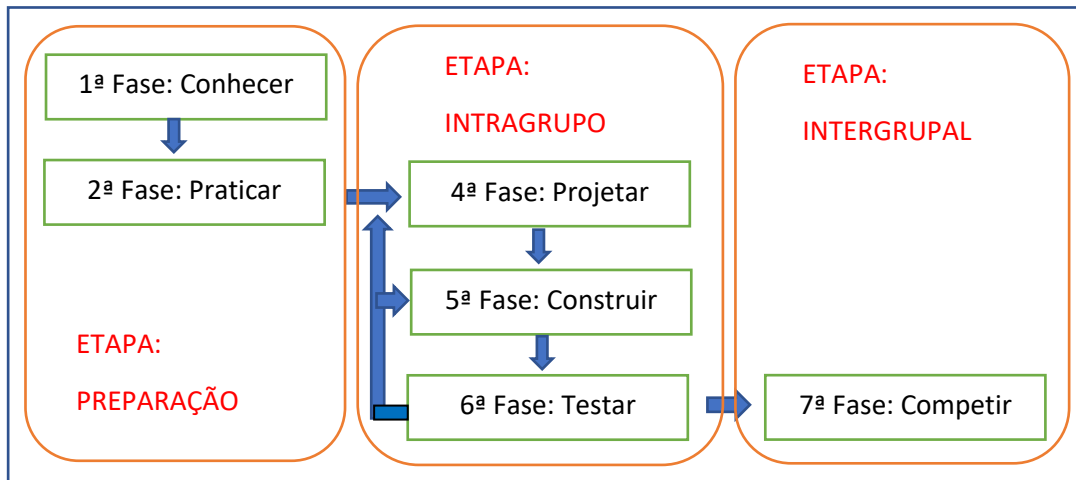
O presente artigo está dividido em quatro partes, na segunda parte é mostrada a metodologia PjBL aplicada. A terceira parte apresenta os resultados obtidos. Na última parte, quarta parte, são apresentadas as conclusões finais.

2 METODOLOGIA

A Figura 1 apresenta o diagrama em blocos da metodologia PjBL aplicada para a realização do projeto do robô seguidor de linha. O método, na disciplina, foi dividido em três etapas: preparação, intragrupo e intergrupo,

Na etapa de preparação são passados os conceitos básicos necessários para os alunos conhecerem os componentes e manipularem os equipamentos. Lembrando que os alunos são ingressantes, portanto, esses conceitos devem ser expostos da maneira mais clara possível, evitando apresentar deduções de fórmulas matemáticas, o que não é o objetivo da disciplina. Na primeira fase dessa etapa (Conhecer) são ministradas aulas teóricas sobre alguns componentes, entre os quais o que eles utilizaram no robô (resistores, capacitores, diodos, leds, transistores, ldr, motores, entre outros). A segunda fase dessa etapa (Praticar) é realizada nos laboratórios, onde as práticas são direcionadas a levantar os parâmetros dos componentes, além de serem montados alguns circuitos práticos relacionado a algum problema mais simples. Um exemplo desses problemas simples é a automação da porta de entrada de um estacionamento usando os circuitos digitais, onde os alunos podem praticar as teorias dos circuitos digitais, além de usarem foto-diodo, foto-transistor, motor dc e resistores para solucionar o problema. Esses problemas simples no laboratório servem para propor aos alunos uma situação real na qual eles possam analisar e resolver, justamente para motivar os alunos e não só ficar levantando parâmetros dos componentes. Outro exemplo de prática mais ligada à competição de robôs é a do LDR, onde os alunos estudam e levantam seus parâmetros e resolvem um problema de controle de velocidade de um motor dc. A etapa de preparação se caracteriza por ser mais orientada pelos professores nas aulas teóricas e práticas

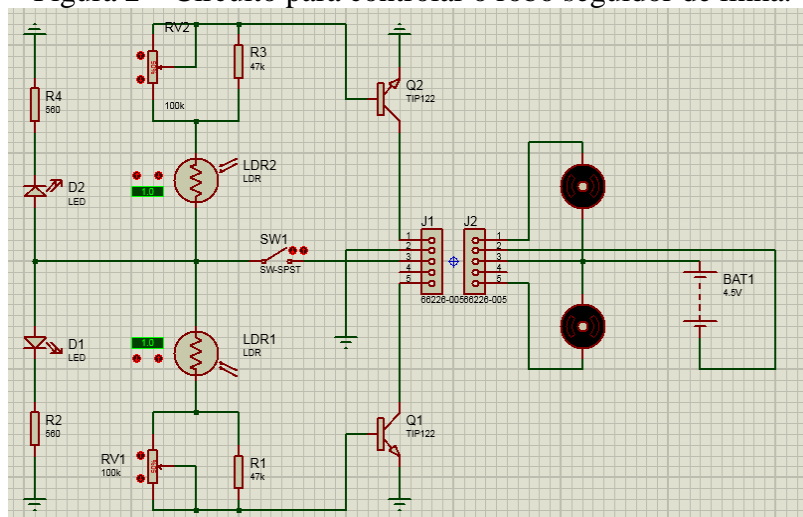
Figura 1 – Diagrama de bloco da metodologia aplicada.



A característica principal da segunda etapa (Intragrupo) é de ser planejada dentro de cada grupo, ficando a cargo dos alunos a construção e utilização dos conhecimentos. Essa etapa tem como objetivo o desenvolvimento de várias habilidades, tais como, a habilidade de trabalhar em grupo, onde os alunos têm que cooperarem uns com os outros, administrarem problemas técnicos e de ordem pessoal; habilidade de comunicação, pois os alunos terão que trocar informações e argumentar sobre suas escolhas; habilidade manual de montagem dos circuitos, de soldas de componentes e habilidade de raciocínio, análise e solução para trabalharem as informações teóricas para alcançar seus objetivos.

Essa segunda etapa possui três fases: Projetar, Construir e Testar. Na quarta fase (Projetar) é explicado o projeto, no caso, os alunos deveriam fazer um robô seguidor de linha usando circuitos analógicos. Foi passado também nessa fase, as regras da competição que resumidamente consistia de dar três voltas completas em uma pista no menor tempo possível. Outras regras foram criadas penalizando o robô caso ele saísse da pista ou extrapolasse um tempo limite. De conhecimento do projeto e das regras, os alunos passaram a projetar seus robôs. O circuito elétrico do robô foi baseado na prática de laboratório de LDR, no qual os alunos tinham que controlar a velocidade de um motor dc através da luz incidente no LDR. Os alunos tiveram a liberdade para utilizar o circuito da prática do LDR bem como pesquisar e utilizar outros circuitos. A Figura 2 mostra o circuito para controlar o robô utilizando o LDR.

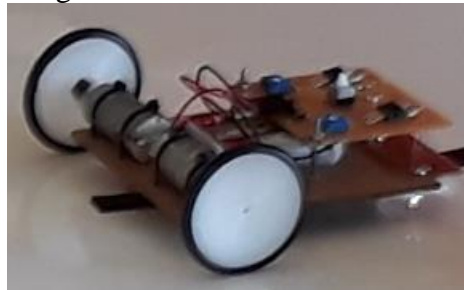
Figura 2 – Circuito para controlar o robô seguidor de linha.



Depois de definido o circuito do projeto ocorreu a 5ª fase (Construir). Os técnicos dos laboratórios confeccionaram as placas de circuito impresso e os próprios alunos trabalharam na soldagem dos componentes. Aqui houve uma grande motivação dos alunos, pois a maioria nunca tinha trabalhado com solda de componentes eletrônicos ou placa de circuito impresso. Eles analisaram e notaram que o circuito na placa era espelhado, Além disso, os alunos tiveram a oportunidade de aprender a detectar soldas frias e mal contatos.

Depois de montado o robô, a 6ª e última fase da etapa Intragrupo foi testar o robô. Nesta fase eles tiveram que resolver alguns problemas, por exemplo: uma roda girando no sentido horário e a outra no sentido anti-horário, ou o robô ficava parado ou o robô não diminuía sua velocidade para fazer as curvas. Nesses casos, o grupo analisava o que estava acontecendo e voltava nas fases de projetar e construir novamente. A Figura 3 apresenta um dos robôs montado.

Figura 3 – Foto do robô montado



Finalizada a etapa intragrupo, foi inicializada a última etapa (Intergrupar), na qual ocorreu a competição entre os grupos. Essa 7ª fase (Competir) foi bem motivante, sendo que até os grupos que eram desclassificados formavam torcida para outros grupos. Essa fase foi propícia para desenvolver a ética através de uma competição sadia, para se ter respeito aos companheiros, e em alguns casos, até colaborar com os seus concorrentes. Na Figura 4(a), os alunos estão testando seus robôs na pista de teste e em (b) mostra um dos robôs durante a competição.

Figura 4 – (a) Alunos na pista de teste. (b) Alunos durante a competição.



(a)



(b)

3 RESULTADOS

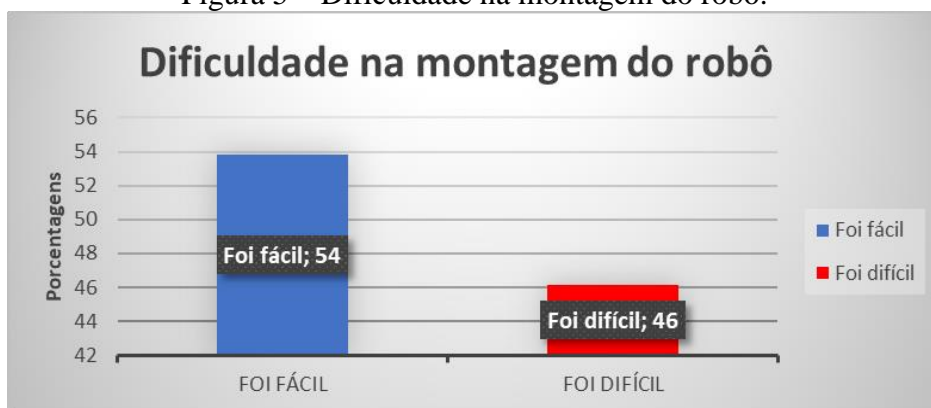
A atividade do robô seguidor de linha foi inserida na disciplina de Iniciação à Engenharia Elétrica no ano de 2017 onde os robôs foram entregues montados para os grupos. No ano de 2017, os alunos tinham apenas que fazer ajustes de velocidades dos motores e ficou claro no questionário de avaliação da disciplina de 2017 que os alunos queriam participar mais do

projeto, ou seja, queriam montar os robôs. Já no ano de 2018 os alunos receberam alguns componentes para realizar as montagens, além dos chassis do robô. Os alunos tinham a liberdade para criar seu próprio protótipo caso não quisessem usar o protótipo padrão, isto é, eles poderiam usar outros chassis e outros circuitos para o acionamento do robô.

A disciplina de Iniciação à Engenharia Elétrica recebe anualmente 60 (sessenta) ingressantes, sendo que esses alunos são divididos em 3 (três) turmas. Cada turma é assistida por um professor diferente e essa divisão da turma foi necessária para melhor atendimento nos laboratórios bem como em salas de aulas.

Para avaliar os resultados obtidos com a aplicação do método PjBL, os alunos responderam a um questionário. Foi questionado sobre a dificuldade na montagem do robô (Figura 5). A maioria dos alunos (54%) acharam que a montagem foi fácil, mesmo assim 46% acharam difícil. Isso se deve ao fato de os alunos serem ingressantes e nessa turma, em especial, apenas 8% dos alunos cursaram cursos técnicos relacionados à Engenharia Elétrica.

Figura 5 – Dificuldade na montagem do robô.



Foi perguntando se os alunos acharam interessante montar o robô e se eles aprenderam com essa atividade. A maioria dos alunos responderam que acharam que a montagem do robô foi muito interessante (96%) (Figura 6). Os alunos tiveram esse interesse pois conseguiram, através de um projeto de um projeto prático, entender e aplicar a teoria vista em sala de aula.

Figura 6 – Interesse na montagem dos robôs



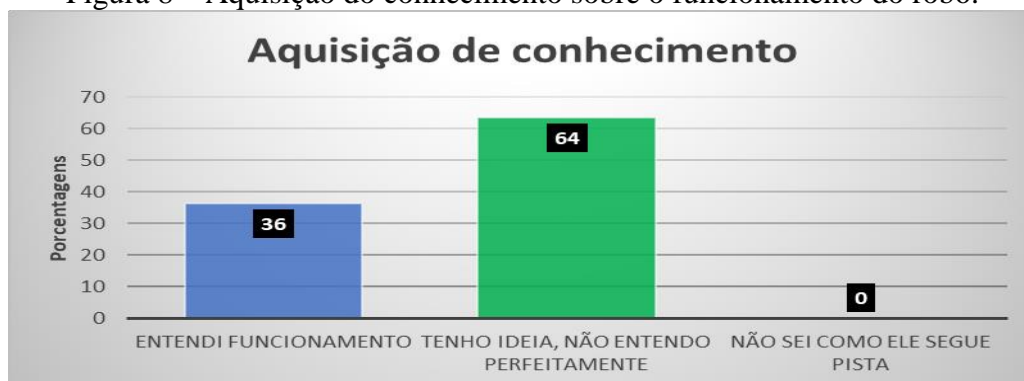
A Figura 7, mostra o que os alunos disseram sobre o que aprenderam com a atividade. A maioria (81%) citou que achou importante o trabalho de soldagem dos componentes. Na sequência foram citados a utilização da prática do LDR em um projeto real (69%) e análise do desempenho dos robôs mediante os ajustes feitos (65%).

Figura 7 – Tópicos mais interessantes aprendido com a atividade.



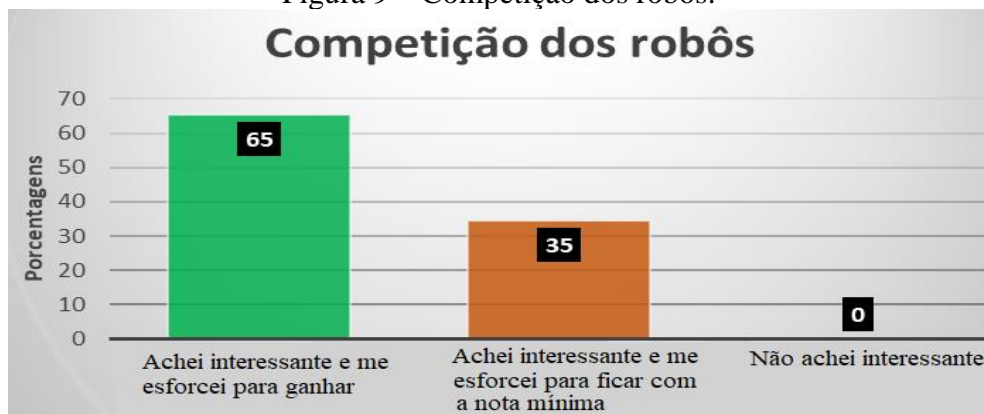
A atividade toda não faria sentido se não houve aprendizados e entendimentos sobre a mesma. Com relação ao entendimento do funcionamento do robô, pode-se notar na Figura 8 que 36% entenderam perfeitamente o funcionamento e 64% entenderam parcialmente. Os resultados são bons e os professores já planejam melhorar esses índices, diminuindo os percentuais dos alunos que entenderam parcialmente o funcionamento. O que foi gratificante foi notar que todos tiveram um ganho na aprendizagem.

Figura 8 – Aquisição do conhecimento sobre o funcionamento do robô.



Questionados sobre a competição dos robôs (Figura 9), a maioria dos alunos responderam que acharam interessante a competição e que realmente se esforçaram para ganhar (65%). Os outros 35% acharam interessante e se esforçaram para garantir a nota mínima. Isso se deve porque os alunos tem uma idade média de 18/19 anos e se sentem motivados às competições.

Figura 9 – Competição dos robôs.



Foi indagado sobre o que os alunos acharam sobre as regras. Apenas 31% dos alunos responderam esta questão, achando que as regras foram justas, mas que precisavam de alguns ajustes (Figura 10). Os outros alunos não opinaram sobre as regras. Para os próximos anos, as regras serão discutidas com os alunos para chegar a um consenso comum.

Figura 10 – Coerência das regras propostas.



Um dos objetivos do projeto foi desenvolver a habilidade de trabalhar em grupo. A Figura 11 mostra a opinião dos alunos para esta questão. Mais da metade dos alunos (58%) relataram que não tiveram dificuldades e que conseguiram administrar os problemas que ocorreram. 15% dos alunos relataram que tiveram dificuldades de relacionamento. Outros alunos responderam que tiveram dificuldades no esforço individual dos participantes do grupo (19%) e 8% mencionaram que houve dificuldades no encaminhamento das soluções. As dificuldades de relacionamento são esperadas, uma vez que os alunos são ingressantes e ainda estão se conhecendo. Mesmo assim, apenas 19% desse contingente de alunos tiveram maiores dificuldades de relacionamento. Alguns comentaram que houve desequilíbrio no esforço ou dificuldades nas decisões do grupo, mas que conseguiram administrar esses problemas.

Figura 11 – Relacionamento entre os membros do grupo.



4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto do robô seguidor de linha cumpriu seus objetivos. 96% dos alunos o consideraram motivante, no qual eles puderam colocar em prática vários tópicos aprendidos

nas aulas teóricas e nas aulas de laboratório. Um aluno comentou no questionário: "Foi interessante, pois realizamos a atividade, em grande parte, sozinhos, utilizando tudo que aprendemos".

Os alunos afirmaram que entenderam o funcionamento do robô, ou totalmente (36%), ou com algumas poucas dúvidas (64%). Estes dados indicam que o projeto ajudou os alunos no entendimento da parte teórica oferecida na disciplina, pois durante o projeto os alunos puderam exercitar e confirmar a teoria.

Além de realizar um projeto prático, baseado nas aulas dadas, outro objetivo foi desenvolver a habilidade de trabalhar em grupo, cooperar e administrar problemas. Nesse ponto 58% dos alunos relataram que não existiram problemas. Os outros tiveram problemas, sendo que a porcentagem dos que tiveram realmente problemas de relacionamento foi de 19%. Mesmo assim, todos os grupos conseguiram apresentar um robô para a competição. Alguns alunos (12%) citaram o trabalho em grupo como o item mais importante da atividade, ressaltando no questionário a "união da turma", "trabalho em conjunto", "participação de todos", entre outros comentários.

A habilidade mecânica de montagem dos circuitos e soldagem dos componentes foi outro item bem avaliado pelos alunos (81% para soldagem). A capacidade de analisar o sistema construído e de realizar os ajustes foi outra habilidade desenvolvida no projeto. Em síntese, a montagem do robô e a competição ajudaram a motivar os alunos desenvolvendo várias habilidades, segundo comentário de um aluno: "Foi interessante a possibilidade de observar múltiplas eficiências em um mesmo tipo de projeto".

REFERÊNCIAS

BARBOSA, E.F.; MOURA, D.G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica. **Boletim Técnico Senac**. Rio de Janeiro, v.39, n.2, p 48-67, 2013.

BRASIL. Resolução nº 2, de 24 de abril de 2019. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. **Diário Oficial da União**, Ministério da Educação/Conselho de Educação/Câmara de Educação Superior. Brasília, DF, 26 abr. de 2019. Ed. 80. Seção 1, p. 43. Disponível em: <<http://www.in.gov.br/web/dou/-/resolu%C3%87%C3%83o-n%C2%BA-2-de-24-de-abril-de-2019-85344528>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

CARVALHO, D.A.; ALMEIDA, M.T.; NEVES JUNIOR, S.B.; SANTOS E SILVA, S.A.A.; CYRILLO, Y.M.; GOMES, F.J. A estratégia PjBL no século XXI: utilização das ferramentas digitais. **Revista Eletrônica Engenharia Viva**. Goiás, v.1, n.1, p. 75-89, 2014. <<https://www.revistas.ufg.br/ijaeedu/article/view/27064/16577>> Acessado em 29/01/2019.

COSTA, André L. M.; RIFFEL, Douglas B.; BEZERRA, Eliodete C. Um currículo de engenharia para o século. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2010, Fortaleza. **Anais**. Fortaleza, 2010.

FURTADO, A.E.; NASCIMENTO, D.F.L.; SILVA, J.W.J. Aprendizagem baseada em problemas (PBL) aplicada simultaneamente para estudantes de engenharia de 3º e 7º períodos como ferramenta motivacional. **Revista Práxis**, Volta Redonda, v.10, n.19, p 33-43, 2018.

GRANT, M.M. Getting a grip on project-based learning: Theory, Cases and Recommendations. **Meridian: A middle school computer technologies journal**, Carolina do Norte, v. 5, n.1, p.1-17, 2002.

MONTEIRO, Simone B.S.; SOUSA, João C.F.; ZINDEL, Márcia L.; SANTOS, Filipe H.S.; VILHENA, Marcelo A.; KLING, Marco A.B; OLIVEIRA, Edgard C. Metodologias e práticas de ensino aplicadas ao curso de engenharia de produção: análise da percepção de alunos de projetos de sistemas de produção da universidade de Brasília. In: XL Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2012, Belém. **Anais**. Belém, 2012.

NOBRE, João C.S.; LOUBACH, Denis S.; CUNHA, Adilson M.; DIAS, Luiz A.V. Aprendizagem Baseada em Projeto (Project-Based Learning – PBL) aplicada a software embarcado e de tempo real. In: XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE, 2006, Brasília. **Anais**. Brasília, 2006.

Noordin, M.K.; Nasir, A.N.; Ali, D.F.; Noordin, M.S., Problem-Based Learning (PBL) and Project-Based Learning (PjBL) in engineering education: a comparison. **Proceedings of the IETEC'11**, Kuala Lumpur, Malasia, v.11, p.1-14, 2011.

SILBERMAN, Mel. **Active learning: 101 strategies do teach any subject**. Massachusetts: Ed. Allyn and Bacon, 1996.

PROJECT-BASED LEARNING (PjBL) THROUGH ROBOT COMPETITION

ABSTRACT: *The high number of theoretical disciplines in the first year of engineering courses usually discourages students, which can lead to an increase in evasion in the course. In addition, companies have emphasized teamwork in collaboration among team members. Various active methodologies have been proposed to update the engineering courses to work with the students of this new century. One of these active methodologies is Project-Based Learning (PjBL), where through a project several skills are developed: technical, research, group work, communication, leadership, among others. The aim of this work was to develop these skills through the design of a line follower robot. The methodology was divided into three stages: Preparation, Intragroup and Intergroup. The preparation stage is characterized by the information provided by the teacher, the intra-group stage happens within each group developing its project and the intergroup stage occurs in the interaction between the groups during the competition. The results were encouraging being that 96% of the students considered the activity interesting; 81% of the students commented that they learned to do welds and all students reported that they understood the robot's operation. All students became interested in the competition, and in general, they learned to manage the internal problems in the group.*

Keywords: *PjBL. Active Methodologies. Teaching Learning*