

LINUSBOT: EDUCAÇÃO ATIVA NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

Danilo Pereira Pinto – danilo.pinto@ufjf.edu.br
Ana Paula Zampier Abreu Alvarenga – zampier.ana@engenharia.ufjf.br
Bruna Delgado Rezende – bruna.delgado@engenharia.ufjf.br
David Nery Henriques Knop – david.knop@engenharia.ufjf.br
Heitor dos Santos Servo – heitor.servo@engenharia.ufjf.br
Joyce Kelly de Souza Oliveira – joyce.kelly@engenharia.ufjf.br
Luis Arthur Novais Haddad – luis.novais@engenharia.ufjf.br
Pedro Paulo Surerus Sarmiento – pedro.surerus@engenharia.ufjf.br
Thiago Ribeiro de Barros – thiago.barros2016@engenharia.ufjf.br

Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Engenharia
Rua José Lourenço Kelmer s/n – Campus Universitário, Bairro São Pedro.
36036-900 – Juiz de Fora - MG

Resumo: *Mediante a necessidade de que engenheiros estejam em constante processo de atualização e devido à velocidade de desenvolvimento de novas tecnologias, observa-se a importância de uma sólida formação básica. Entretanto, observa-se que muitos ingressantes nos cursos de engenharia encontram-se desestimulados devido à intensa carga horária de matérias básicas sem a devida contextualização. O Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica (PET-Elétrica) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) criou o projeto LinusBot, que capacita os ingressantes do curso de Engenharia Elétrica para participar de uma competição de robôs do tipo seguidor de linha. Utiliza-se a metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos (Project Based Learning). Nesse artigo, apresentam-se as etapas do projeto e os resultados obtidos com as edições de 2017.*

Palavras-chave: *Metodologias ativas, LinusBot, Desafio de robôs, Seguidor de linha, Educação em engenharia*

1 INTRODUÇÃO

Nota-se que, com o passar dos anos, o perfil de engenheiros demandado pelo mercado tem se alterado. Antigamente, um profissional de engenharia estudava, de maneira geral, os conteúdos da área que pretendia atuar e isso bastava para que tivesse um lugar reservado nas empresas assim que se graduasse. Hoje, os cursos são cada vez mais específicos na formação de profissionais, levando-os a serem tão bons quanto possam em determinado assunto, especialização precoce. Isso não seria um problema se não fosse pela velocidade com a qual a tecnologia se desenvolve hoje em dia, de forma que o engenheiro que se formar e parar de se capacitar, não conseguirá se manter no mercado. Portanto, observa-se a necessidade de não só uma formação sólida, mas também da capacidade de inferir conhecimentos, continuando a aprender durante toda a vida.

Apesar das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) definirem o perfil do egresso, as habilidades e competências do profissional que se deseja formar, muitas Instituições de Ensino Superior (IES) ainda se utilizam de metodologias de ensino-aprendizagem que, comprovadamente, não conseguem cumprir com os requisitos deste processo formativo. Muitas IES ainda utilizam metodologias passivas, como aulas expositivas, que tem o foco do processo centrado no professor e os alunos são passivos nesse processo. Dentre essas habilidades e competências exigidas pelo mundo do trabalho e constante nas DCN, destaca-se a facilidade de comunicação, a aplicação da ética, responsabilidade profissional, bem como a avaliação dos impactos de suas atividades (CNE/CES, 2002).

Agrega-se a esta falha da formação dos profissionais, outro problema que é observado em diversas IES, que é o fato de que muitos dos engenheiros que irão lecionar jamais tiveram alguma instrução em como fazê-lo, o que o restringe a ensinar baseado apenas em suas experiências enquanto aluno (FELDER, 2005).

Outra dificuldade é devido ao atual perfil do jovem que ingressa em cursos de engenharia. Por ser um curso da área tecnológica, os calouros esperam estudar e vivenciar toda a contextualização da engenharia nos conteúdos que são ensinados. Entretanto, deparam-se inicialmente com o estudo das ciências básicas, frustrando suas expectativas e desestimulando-os.

Como uma via de mão dupla, o projeto *Linus Bot Line Follower* foi criado visando atingir os alunos ingressantes da graduação em Engenharia Elétrica da UFJF e os membros do grupo PET-Elétrica (petianos), que coordenam as atividades deste projeto. Para atingir seus objetivos, *LinusBot*, como é chamado atualmente, tem o intuito de ensinar aos calouros desde a programação até a montagem de um robô seguidor de linha. Dessa forma, com uma série de aulas ministradas pelos próprios petianos, os grupos de participantes aprendem de maneira ativa os conteúdos e, após um período de montagem, onde escrevem seus códigos e montam o robô, têm como objetivo final obter o robô mais rápido.

Para tal, utiliza-se de meios de aprendizagem ativa para potencializar o aprendizado dos alunos. Após momentos de exposição do conteúdo que está sendo ministrado, o petiano inicia a parte prática da aula, onde os participantes interagem diretamente com componentes eletrônicos e começam a programar o *Arduino*, que é o microcontrolador utilizado no robô seguidor de linha.

Ressalta-se ainda que o conteúdo teórico abordado está presente em disciplinas que os graduandos estudarão quando estiverem mais avançados no curso, como por exemplo: Teoria do Controle, Princípio de Comunicações, Eletrônica Analógica e outras. Além disso, trabalha-se com os alunos diversas das características que não são, normalmente, desenvolvidas no decorrer do curso, como: trabalho em equipe, desenvolvimento de liderança, gestão, planejamento e resolução de problemas, dentre outras.

2 METODOLOGIA

No projeto *LinusBot*, assim como nos demais projetos do PET-Elétrica, utiliza-se a metodologia de aprendizagem ativa chamada *Project Based Learning (PjBL)*. Esse método tem como foco a apropriação de habilidades técnicas e teóricas a partir da busca de soluções para o desenvolvimento de um projeto, ou a solução de um problema em geral, a partir do contato direto e imediato com o mesmo. O papel do tutor nessa metodologia é o de facilitador da aprendizagem, fornecendo orientações aos alunos, de perguntas de sondagem, condução das discussões em classe, e planejando a avaliação que será feita no decorrer do processo. (GOMES et al, 2012). Dessa forma, no *LinusBot*, os petianos são apresentados a uma área de

atuação dos engenheiros, à docência. Em geral, nos cursos de graduação em engenharia, não se tem a preocupação de formar engenheiros para esta área, então o LinusBot foi criado, também, com esse objetivo.

Apesar de as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) em vigência especificarem os conteúdos, dividindo-os em núcleo básico, profissionalizante e específico, e definir o perfil profissional dos egressos, muitos cursos possuem um foco predominantemente teórico e os contextos práticos exigidos para o bom exercício profissional ficam negligenciados. Neste sentido, o PjBL permite aos alunos aplicarem em um contexto real suas ideias e se prepararem para quando forem confrontados com projetos em um âmbito profissional.

O LinusBot, através da metodologia PjBL, alcança seus objetivos uma vez que os petianos tiveram que expandir seus conhecimentos, pesquisar e estudar a teoria necessária para o desenvolvimento de um robô seguidor de linha, além de montarem um planejamento do projeto em termos de confecção de materiais para aulas e a didática envolvida. Dessa forma, observa-se claramente os conceitos de uma metodologia ativa de aprendizagem, visto que a partir de um problema dado, que no caso é de ensinar programação, ao mesmo tempo que motiva os calouros a seguirem no curso, os estudantes tiveram total autonomia e iniciativa na resolução do mesmo. No decorrer do projeto a metodologia também se aplica aos calouros, já que desde o início das aulas, os alunos são motivados a buscarem mais informações e a colocarem em prova o saber adquirido através de atividades práticas, sempre livres para usarem seus próprios métodos e visões de como resolver os problemas propostos. Dessa forma, consegue-se que adquiram habilidades como trabalhar em grupo, tomar decisões importantes e também, administrar o tempo e respeitar os prazos.

Sendo assim, o PjBL ajuda os alunos, tanto petianos quanto os calouros, a enxergarem melhor a relação entre a teoria e a prática desenvolvida durante a graduação em engenharia, bem como as relações entre as disciplinas estudadas durante todo o curso, além de obter conhecimentos e responsabilidade social, econômica e ambiental.

3 O PROJETO LINUSBOT

O LinusBot é realizado com os calouros dos cursos de Engenharia Elétrica, que assistem aulas ministradas pelos petianos sobre programação e montagem de um robô do tipo seguidor de linha. Todo o material utilizado na montagem do robô, tais como controlador, motores, ponte-H, sensor de refletância e bateria, é fornecido pelo PET Elétrica. Ao fim do projeto, os participantes se dividem em equipes e participam de uma competição.

3.1 Aulas

Uma vez que o público alvo do projeto, em sua maioria, não possui conhecimentos prévios sobre programação e eletrônica, é necessário introduzir aos mesmos, o que é feito a partir de sete aulas de duas horas de duração (Tabela 1.0) que têm o intuito de fornecer uma visão geral aos participantes sobre o funcionamento e a programação do Arduino e orientá-los para a montagem do robô. Em cada aula há uma fundamentação teórica sobre os componentes do robô, ou sobre tópicos que auxiliarão a programação do mesmo, e ao final, atividades práticas para aplicar e memorizar os conhecimentos.

Tabela 1 – Conteúdos abordados

Aula 1	Introdução, LED piscante e sinalizador de código morse.
Aula 2	Práticas com semáforo, introdução de botão e PWM
Aula 3	Motores DC, ponte-H e arduino.
Aula 4	Sensor de refletância e serial monitor.
Aula 5	Controle.
Aula 6	Sensor ultrassônico.
Aula 7	Montagem.

3.2 Período de montagem

Após as aulas, inicia-se o período de montagem, onde os participantes se dividem em equipes e recebem todo o material necessário para montar o robô (Figura 1). Os petianos, atuam como tutores das equipes, sanando eventuais dúvidas sobre a montagem física e sobre o código.

O processo em questão dura três semanas, e todos os robôs são montados de maneira similar para a competição, havendo pequenas variações, tais como a posição das rodas e da bateria. Essas diferenças possibilitam que os competidores possam fazer testes e efetuarem estudos para achar o ponto ideal de funcionamento do robô. O código de cada equipe é único e inteiramente desenvolvido por estes, sendo este o diferencial que determinará a equipe campeã. Nessa etapa, os participantes contam somente com dicas e sugestões pontuais dos tutores.

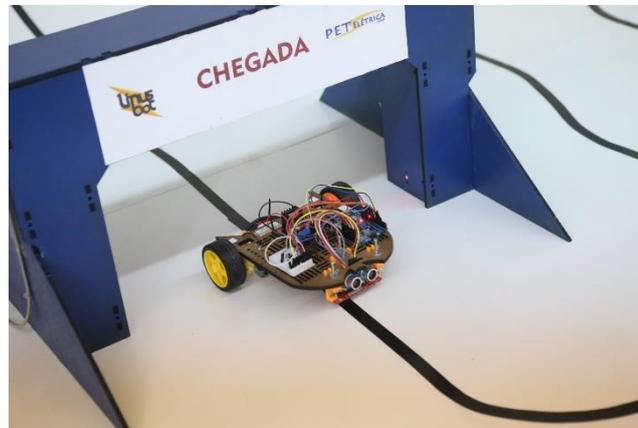
Durante o período de montagem, a equipe pode fazer quantos testes achar necessário para que o robô funcione da melhor forma possível no dia da competição, mas estes os testes são feitos em uma pista diferente da que será utilizada no dia da competição. O código das equipes deve ser robusto o suficiente para que o robô execute qualquer trajeto escolhido pelos petianos.

3.3 A competição

Depois de concluídas as etapas de ensino e aprendizagem e o período de montagem, o próximo passo é o dia da competição, no qual tudo o que foi aprendido e absorvido pelos competidores será posto em prática. Durante o evento, cada equipe tem direito a um tempo predeterminado para execução do maior número de voltas possíveis, a fim de se obter o melhor tempo de volta dentre todas as outras realizadas. Os competidores são livres para alterações no código e na estrutura física do robô, porém sempre tutorados por petianos, assim como foi feito durante a fase de montagem, de forma a assegurar a segurança dos calouros, visto que são utilizados tanto componentes que podem feri-los, como o ferro de solda, como componentes frágeis, de maneira a manter integridade do mesmo.

Os petianos ficam encarregados de toda a organização do evento, o que inclui tarefas como: disposição física da pista; sistema de filmagem e transmissão em tempo real para a plateia, que é implementado em conjunto com um sistema de detecção de voltas posicionado na pista; execução de atividades interativas com o público, como o *XI* — jogo de perguntas e respostas criado pelos petianos, utilizado para promover disputas entre espectadores.

Figura 1 – Robô seguidor de linha montado pelos alunos.



4 IMPLEMENTAÇÕES

Durante cada edição surgem ideias com o intuito de melhorar o projeto, de forma que os responsáveis pelo projeto estão constantemente analisando maneiras de colocar propostas de melhoria em prática. Foram feitas, portanto, alterações tanto na parte técnica, quanto no evento em si, de forma a alcançar sempre mais participantes para o projeto, e público para o evento. A seguir, explicita-se as melhorias do projeto em cada área.

4.1 Evento

O evento era feito em um hall de anfiteatro, o que possibilitava a presença de poucos espectadores, além dos participantes e dos petianos. Com a evolução do projeto e sua aceitação, o interesse das pessoas em saber o que é, como funciona e apoiar os participantes, fez a equipe petiana se mobilizar e solicitar à Universidade um local maior para a realização do evento. Atualmente o evento acontece em um anfiteatro de 280 lugares, o que possibilita que este receba mais pessoas e seja melhor estruturado.

Observou-se, porém que durante a competição, grande parte do público ia embora no momento em que uma nova equipe preparava-se para competir, fazendo com que ao fim do evento o público fosse pequeno. Esse problema fez os petianos pensarem em um modo para cativar os espectadores durante todo o evento, então foram implementadas premiações tanto para a torcida maior e mais animada, e também para a equipe para qual esta estava torcendo.

Além disso, criou-se um jogo de perguntas e respostas que dá prêmios aos ganhadores, o XI (Figura 2). Os participantes deste jogo são escolhidos através do sorteio de um número que cada espectador recebe na entrada do anfiteatro, e as rodadas de perguntas ocorrem durante as trocas de equipes na pista, bem como no começo e fim do evento.

4.2 Técnica

Além das inovações voltadas ao público, também ocorreram mudanças na parte técnica da construção do robô. Nas primeiras competições utilizava-se uma estrutura de plástico ABS desenvolvida e feita pelo PET-Elétrica na Impressora 3D Prusa Mendel, estrutura essa onde todos componentes do robô eram fixados. Essa estrutura foi trocada por uma peça um pouco maior feita de madeira MDF, com o intuito de ter mais espaço para a montagem dos circuitos do robô. Junto a nova estrutura criada em MDF, também foram desenvolvidos suportes na

Impressora 3D para fixar os sensores, ultrassônico e infravermelho, e o pé central a estrutura base.

Além disso, recentemente, foi implantado o uso de um sensor Ultrassônico com o intuito de detectar obstáculos na pista e fazer com que o robô seja capaz de desviar do mesmo. Tal implementação exige dos calouros conhecimentos na área de controle, de forma que os mesmos sejam capazes de usar controles de malha aberta e fechada. Com essa adição, os participantes terão o contato não só com essa teoria, e conseqüentemente, com sua implementação no código, mas também com mais um componente eletrônico.

Outra das dificuldades encontradas durante a realização das aulas, eram as bibliotecas que os sensores infravermelho e ultrassônico necessitam. A sintaxe e a quantidade dessas bibliotecas traziam um desafio nada produtivo aos participantes, visto que geravam uma grande confusão para o entendimento dos calouros. Atualmente, foi criada uma biblioteca, PETELetrica.h, com o intuito de juntar as duas bibliotecas supracitadas e ainda, adicionar uma função que era utilizada para o controle dos motores. Tal realização, simplificou o código, tornando o seu entendimento e a sua escrita mais simples, sem trazer prejuízos ao conhecimento adquirido pelos calouros, visto que ainda se ensina sobre o uso e funções das bibliotecas.

Também ocorreram mudanças focadas na melhoria da pista, e dentre elas, destaca-se o desenvolvimento de uma linha de chegada que marca o tempo de cada volta, e a criação de uma interface em Processing. Com o uso dos sensores LDR, que são ativados no momento que o robô passa por este, é enviado um sinal para um código em linguagem Processing que determina a duração exata da volta do robô. A interface criada mostra em tempo real para o público tanto os tempos das voltas de cada equipe, quanto a imagem do robô na pista, possibilitando que todos no anfiteatro possam acompanhar a competição. Ao fim do evento, com tempos de cada equipe registrados, apresenta-se, de maneira autônoma, o ganhador da competição.

Figura 2 – Palco do evento, com a pista, o telão e o X1.



Na pista em si, também foi implementado o uso de rampas e túneis, de modo a criar um ambiente mais atrativo para o público e para as equipes que devem fazer um código robusto o suficiente de forma a vencer todos os obstáculos impostos pela pista (Figura 2).

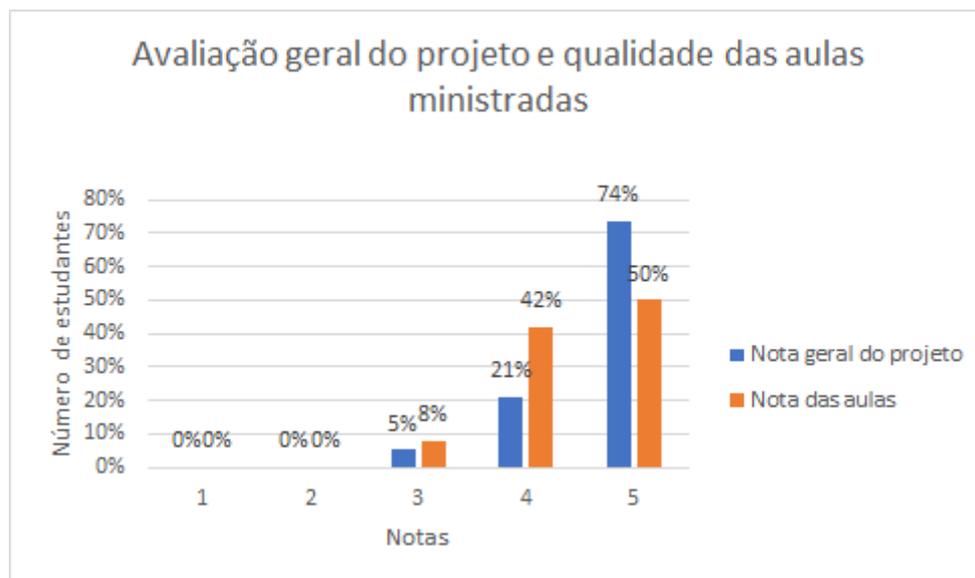
5 RESULTADOS

Após a realização de cada competição, são aplicados, aos participantes do projeto e aos petianos, questionários com o objetivo de avaliar as habilidades transversais desenvolvidas e motivação para os estudos. Este trabalho apresenta a análise dos dados coletados nas edições do projeto no ano de 2017.

5.1 Para os calouros

Os calouros, ao longo das últimas edições desenvolveram as habilidades de trabalhar em equipe e a lidar com problemas que vão surgindo ao longo da competição, como, por exemplo, dificuldades na montagem dos robôs e na parte da programação. Além disso, adquiriram um conhecimento básico na área técnica ao lidar com o Arduino e com a programação. A metodologia aplicada teve um bom percentual de aprovação pelos calouros, como conseguimos observar nas Figuras 3.0 e 3.1:

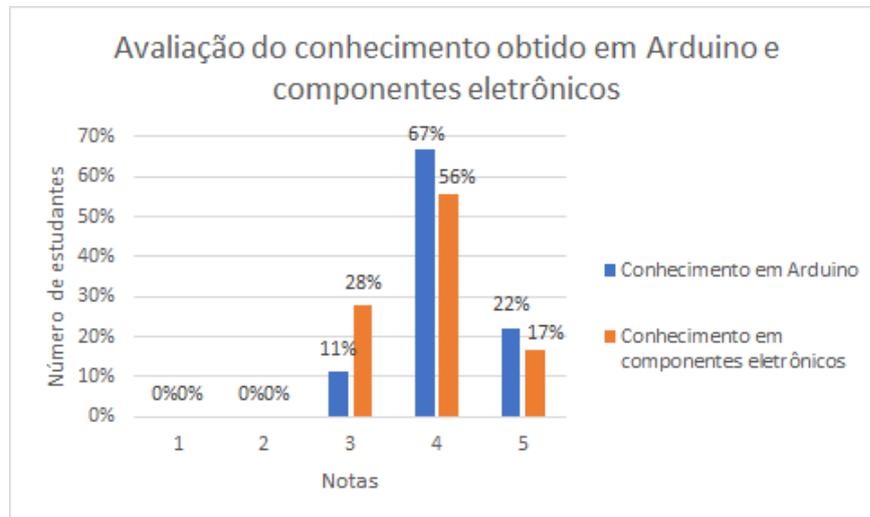
Figura 3.0 – Avaliação do aprendizado em Arduino e qualidade das aulas ministradas.



De acordo com o gráfico da Figura 3.0, pode-se observar que 73,7% dos estudantes deram nota máxima para o projeto no geral e nenhuma nota abaixo de 3, numa escala de 0 a 5, demonstrando o bom aproveitamento dos petianos com os calouros durante o projeto. Também se nota que 50% dos estudantes deram nota 5 para as aulas dadas, representando também um alto índice de conhecimento adquirido ao longo das aulas ministradas pelos petianos, principalmente no âmbito de programação em Arduino.

Observa-se no gráfico da Figura 3.1 que mais de 67% dos alunos demonstraram ter desenvolvido conhecimento considerado satisfatório (nota 4 ou 5, numa escala de 0 a 5) em Arduino, e que mais de 56% dos calouros afirmaram possuir maior competência em componentes eletrônicos após participarem das aulas lecionadas pelos petianos.

Figura 3.1 – Avaliação do conhecimento obtido em Arduino e componentes eletrônicos.



Os participantes adquiriram o básico do conhecimento que seria disponível a eles apenas a partir do 4º período, estimulando assim, a vontade de desenvolver novas técnicas e de possuírem mais interesse no curso, ao verem uma aplicação na prática. Além disso, ressalta-se como resultado obtido uma maior interação entre os alunos ingressantes, que muitas vezes entram em uma IES ter conhecidos. O projeto aproxima estudantes de todas as habilitações da Engenharia Elétrica na UFJF, a saber, Sistemas de Potência, Sistemas de Energia, Robótica e Automação, Eletrônica e Telecomunicações.

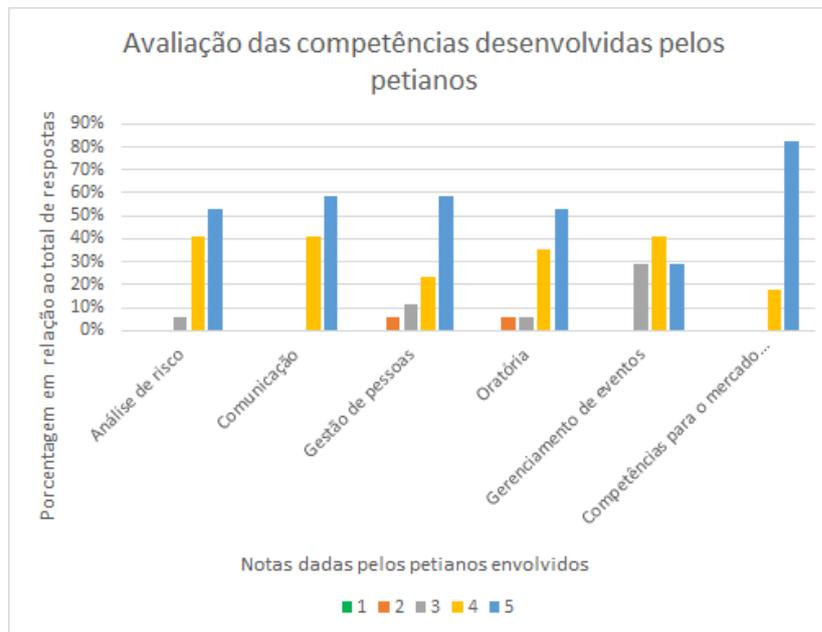
5.2 Para os petianos

Os petianos envolvidos no LinusBot foram responsáveis por diversas atividades que incluem desde busca de patrocínio para premiação dos campeões da competição, monitoria e ministração de aulas, organização de eventos para arrecadação de fundos até a catalogação e sistematização de inventário, entre outras.

A ampla variedade de subprojetos desenvolvidos permitiu a apuração de inúmeras competências, que foram avaliadas e dispostas no gráfico da Figura 3.2. Nele, vê-se que em 4 das 5 modalidades analisadas mais de 50% dos petianos deram nota máxima para as habilidades desenvolvidas ou adquiridas ao longo da competição. Além disso, percebe-se que “Competências para o mercado de trabalho” obteve mais de 80% em notas máximas e que as modalidades “Comunicação” e “Competências para o mercado de trabalho” não tiveram notas menores do que 3. Também se nota que em nenhuma das opções obteve-se nota 1. Em geral, pode-se concluir que os petianos desenvolveram, com excelência, grande parte das habilidades que se pretendia desenvolver com a realização deste projeto.

A competição tem se tornando um evento de maior visibilidade dentro e fora do ambiente acadêmico da UFJF e isso se reflete no número de patrocinadores e, principalmente, no número de espectadores. Na edição do segundo semestre de 2017 obteve-se um público recorde, mesmo ocorrendo durante o período de greve dos servidores técnicos administrativos, com o fechamento do Restaurante Universitário, o que reduz significativamente o público. Levando-se em consideração esses fatores, cria-se uma expectativa crescente para o aumento de público nas próximas edições do projeto.

Figura 3.2 – Avaliação das competências desenvolvidas pelos petianos.



6 CONCLUSÃO

A partir das pesquisas junto aos calouros que participaram do projeto, constatou-se que estes são capazes de absorver o conhecimento durante o desenvolvimento do projeto, ainda que de maneira previa em relação ao que é determinado na grade curricular do curso de engenharia, o que corrobora com a metodologia PjBL.

Através de autoavaliações, que acontecem no começo e ao fim do projeto, com os petianos envolvidos, observa-se que o LinusBot tem cumprido seus objetivos no que tange ao desenvolvimento das características transversais necessárias ao engenheiro, como, por exemplo, liderança e comunicação nas formas oral e escrita, o que está de acordo com as DCN, onde se explicita que o aprendizado só é devidamente consolidado, caso o estudante desempenhe papel ativo na construção do mesmo (CNE/CES, 2001).

Dessa maneira, observa-se que o projeto LinusBot cumpre seu papel enquanto possibilita que tanto os ingressantes quanto os petianos, desenvolvam habilidades e competências que acabam sendo negligenciadas durante a formação, ainda que estejam nas DCN.

Agradecimentos

Ao Programa de Educação Tutorial PET/MEC e à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora pelo suporte para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

CNE/CES. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Resolução CNE/CES 11**, de 11 de março de 2002.

CNE/CES. Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior. **Parecer CNE/CES 1.362/2001** – Homologado, 2001.

FELDER, R. M.; **Engineering Education in 2015 (or Sooner) Proceedings of the 2005 Regional Conference on Engineering Education**, December 12-13, Johor, Malaysia, 2005.

GOMES, F. J., et al. **Complementando a educação em engenharia com PjBL: a proposta de uma edificação sustentável**. Anais XL – Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia. Belém PA, 2012.

LINUSBOT: ACTIVE LEARNING IN ENGINEERING

Abstract: *Based on the need of engineers that are in a constant process of learning and due to the high speed of new technology's development, it is noted the importance of a solid basic education. However, it is clear that many new undergraduate students from engineering courses feel unmotivated and disinterested when facing the intense workload of fundamental subjects without the proper contextualization. The Tutorial Education Program of Electrical Engineering from the Federal University of Juiz de Fora created the project LinusBot, which capacitates the new undergraduate students to participate in a competition involving line followers robots, making active use of the Project Based Learning methodology. In this paper, are presented the project phases and the acquired results from the 2017 editions.*

Key-words: *Active methodology, LinusBot, Robot challenge, Line follower, Engineering education.*