

PBL: A UTILIZAÇÃO DE APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETO PARA O DESENVOLVIMENTO DE UM ROBÔ INTERATIVO COM RECONHECIMENTO FACIAL.

MAURICIO DE CAMPOS, LEONARDO VIERA, GIORDANO WALKER, PEDRO PASCOAL, CRISTIANO LANGNER, AIRAM T. R. Z. SAUSEN, PAULO S. SAUSEN E

GAIC, Departamento de Ciências Exatas e Engenharias, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUÍ.

Rua do Comércio, 3000, Bairro Universitário, CEP 98700-000, Ijuí, RS.

E-mails: campos@unijui.edu.br; leonardo.vieraa@outlook.com;

gi.walker@hotmail.com; pedropascoal01@hotmail.com;

cristianolangner@gmail.com; sausen@unijui.edu.br; airam@unijui.edu.br

Abstract— Robotics is one of the areas that most attract students' attention. In addition, it requires mastery of multidisciplinary knowledge. Activities that involve robotics often greatly stimulate teamwork. This article presents, from an active methodology of project - based learning, the development and construction of an interactive, mobile robot, whose challenge was to participate in a great cultural exhibition. This robot works from facial recognition, where a dialogue is established, and it is controlled by remote control. The integration of the team and the overcoming of the obstacles in order to produce the expected result within a pre-established target cost and time, demonstrates that this methodology stimulates numerous qualities in students and prepares them more adequately in the labor market.

Keywords— Robotics, Interactivity, Facial Recognition, Robot

Resumo— A robótica se constitui em uma das áreas, que mais atraem a atenção dos estudantes. Além disso, ela exige o domínio de conhecimentos multidisciplinares. Atividades que envolvem a robótica normalmente estimulam de sobremaneira o trabalho em equipe. Este artigo apresenta a partir de uma metodologia ativa de aprendizagem baseada em projeto o desenvolvimento e a construção de um robô interativo, móvel, cujo desafio foi participar de uma grande exposição cultural. Este robô funciona a partir do reconhecimento facial, onde é estabelecido um diálogo, e ainda, é controlado por controle remoto. A integração da equipe e a superação dos obstáculos a fim de produzir o resultado esperado dentro de uma meta de custo e tempo pré-estabelecida, demonstra que esta metodologia estimula inúmeras qualidades nos estudantes e os prepara mais adequadamente ao mercado de trabalho.

Palavras-chave— Robótica, Interatividade, Reconhecimento Facial, Robô

1 Introdução

A Eletrônica é uma das áreas que proveem avanços tecnológicos mais significativos em nossa sociedade. É possível citar, por exemplo, os sistemas de comunicação, dispositivos móveis, os sistemas computacionais, entre outros. É comum nos atuais projetos pedagógicos, de programas de engenharia nas áreas de elétrica/eletrônica, um conjunto de disciplinas que tratam deste tema, que permanecem com enfoque, na maioria das vezes, bastante técnico e, em alguns casos, abstrato. Por este motivo, o interesse dos alunos costuma surgir apenas quando estes visualizam as aplicações desse conhecimento. A eletrônica, por sua vez possui também uma estreita ligação com os conteúdos das disciplinas de automação, instrumentação e controle e nestes casos a aplicação dos conhecimentos se torna ainda mais significativa no aprendizado.

Conforme Nagai (2001), os estudantes cada vez mais, tendem a observar produtos avançados como caixas-pretas. No entanto, para os estudantes que serão pesquisadores ou especialistas técnicos, tentar revelar/descobrir as caixas pretas é determinante. Assim, é necessário estimular constantemente os estudantes a ir além dos conhecimentos adquiridos em sala de aula, no sentido de cultivar o seu espírito

fundamental para projetar / fabricar produtos tecnológicos.

Ao pensar em como um conhecimento é construído, ou analogamente, em como um sistema é projetado, observa-se que a construção ocorre do global para o particular (Campos et. al. 2005). Por exemplo, as crianças percebem o 'todo' para, com o passar do tempo, entender o funcionamento de um brinquedo, ou até de um equipamento; o engenheiro 'imagina' um sistema complexo e, em seguida, o divide e só então, o projeta parte a parte.

Neste sentido, quando um acadêmico tem uma visão clara da aplicação dos conhecimentos, isso reforça o interesse acadêmico sobre um determinado assunto. Neste contexto, a sua aprendizagem se torna mais produtiva e agradável.

Segundo Calvo et. al. (2018), o aprendizado ativo também auxilia estudantes de engenharia a adquirir um conjunto de habilidades que, na opinião dos empregadores, precisam melhorar, como por exemplo a cooperação em grupo, o trabalho em equipe multidisciplinar ou ainda atendendo a requisitos e prazos rigorosos.

A metodologia de aprendizado baseado em projeto o PBL (do Inglês *Project-Based Learning*) envolve mais os estudantes em sua educação, uma vez que eles acabam por considerar suas necessidades de aprendizagem e busquem estes conhecimentos de

forma proativa e autônoma (Maseda et. al. 2012) (Arbelaitz et. al., 2015).

A robótica é uma área notadamente multidisciplinar e permite a integração de inúmeros conhecimentos (Gennert and Tryggvason, 2009). Ela emprega a combinação dos conhecimentos de eletrônica, instrumentação, controle e automação, e é sem dúvida uma das áreas da engenharia que se destaca em relação ao interesse dos alunos, uma vez que ela ainda nos remete ao conceito de futuro. Neste sentido a maioria dos estudantes de engenharia, acabam sendo instigados quando o desafio é a construção de um robô.

Considerando a literatura técnica observa-se dispositivos autônomos tem ocupado espaços na nossa sociedade, seja na substituição de trabalhadores (Automação Industrial) até em alguns casos no lazer. O primeiro trabalhador-robô a ir para o chão de fábrica foi o Unimate, em 1969. Ele realizava trabalhos desagradáveis ou perigosos demais para as pessoas e dobrou a produção de carros por hora, conforme a Associação das Indústrias Robóticas (RIA) (Shimon, 1999).

A criação de uma máquina autônoma, programada para desenvolver um conjunto de funções e além de ser interativa, requer a aplicação de conhecimentos que ultrapassam os domínios da eletrônica e da computação como por exemplo a Matemática, a Mecânica, a Física e, inclusive o Design.

Conforme Paige et. al. (2017), a habilidade e os conhecimentos para trabalhar com sistemas autônomos são características imprescindíveis para os novos engenheiros. A evolução da automação e da robótica tem cada vez mais carência de profissionais de engenharia que possuam habilidades necessárias para trabalhar com sistemas do século XXI.

O objetivo deste artigo neste sentido é demonstrar a utilização da metodologia PBL (Project-based Learning) que motivou um conjunto de acadêmicos a projetar e a construir um robô interativo, móvel, cujo desafio foi participar de uma grande exposição cultural e interagir com milhares de pessoas todos os dias da feira. Neste sentido o robô além da mobilidade e interatividades necessitava, ser robusto, com boa autonomia e suportar caminhos e obstáculos mais sinuosos.

Este artigo esta organizado como segue. Primeiramente na seção 2 são apresentados os conceitos básicos do aprendizado baseado em projetos. Em seguida, na seção 3, descreve-se o projeto de cada uma das partes funcionais do robô e suas características. Na seção 4 são discutidos e apresentados os resultados e apresentado o protótipo final. E por fim seguem-se as conclusões do trabalho.

2 Project-based Learning (PBL)

O ensino a partir de conhecimentos teóricos mesclados com aulas práticas sempre foi a estratégia utilizada nas engenharias para desenvolvimento do

interesse do aluno a determinados conteúdos. Conforme as próprias diretrizes no ensino superior do Brasil, toda formação deve estar caracterizada no desenvolvimento de habilidades e competências em sua área de formação. Neste sentido, os educadores em geral têm buscado alternativas e novas formas de aprendizado para fazer com que os acadêmicos possam desenvolver essas características e obviamente que seus mestres possam avaliar sua evolução.

Neste sentido foram surgindo conceitos como por exemplo o *Hands On*, que objetivam aproximar o aluno de atividades práticas durante sua formação. A partir disso dois conceitos têm se destacado no cenário pedagógico atual nos cursos de engenharia. A aprendizagem baseada em problemas, caracterizada como uma alternativa à educação tradicional buscando formar trabalhadores independentes, pensadores críticos, capazes de solucionar problemas bem como que tenham como característica principal o conceito de aprender a aprender.. Por outro lado, a aprendizagem baseada em projetos (PBL) busca a integração com o trabalho cooperativo em equipe, permitindo o desenvolvimento de habilidades de comunicação, incentivando o ensino entre pares, o *feedback* constante e uma auto-avaliação de suas habilidades (Rad et. al, 2017).

O desenvolvimento de um projeto, com uma aplicação real, prazos definidos e com características específicas de um produto finalizado, são os desafios impostos a partir da metodologia PBL. Este conceito ultrapassa a realização de exercícios e projetos em disciplinas específicas de um curso de engenharia. O PBL provoca os acadêmicos de forma que eles acabem por utilizar uma gama de conhecimentos adquiridos em um conjunto de disciplinas. Neste sentido, ele ainda percebe que muitas vezes, deve buscar conhecimentos que algumas vezes não são abordados em seus cursos/currículos originais.

Dunai, Lengua e Fajarnés (2017), apresentam uma metodologia de PBL onde diversos alunos de níveis e inclusive de cursos distintos são motivados a realizar um projeto. A partir do conhecimento do problema a equipe coordenada pelos professores, pensa conjuntamente em soluções. Realizam então os projetos e a construção do protótipo, superando dificuldades encontradas no processo e produzindo um conjunto de soluções inovadoras. E ainda, desenvolvendo habilidades individuais de cada sujeito como liderança, comunicação, e por fim a realização a partir de um projeto funcional concluído.

3 O Projeto do Robô

A equipe para a execução deste projeto foi constituída por professores tutores, um técnico de laboratório e um conjunto de sete acadêmicos dos cursos de Engenharia Elétrica e Design. Este grupo foi formado por alunos do quarto, sexto e oitavo semestre.

O desafio proposto foi a projetar e construir um Robô interativo para participar em eventos. Entre as

características de interatividades, ele deveria conversar com as pessoas que se aproximassem dele. Do ponto de vista construtivo, ele deveria ser robusto o suficiente para andar em terrenos de concreto, asfalto grama e pisos irregulares. Neste sentido, todo movimento deveria ser controlado a distância a partir de um operador uma vez que em uma feira tem-se muitas crianças envolvidas e não é possível estabelecer um perímetro de segurança em torno do equipamento. No que se refere a interação, no entanto, deveria ser totalmente autônoma no sentido de imprimir personalidade ao robô.

3.1 Especificações iniciais.

A partir da constituição do grupo e da exposição da ideia inicial foram estabelecidas as especificações do projeto.

O robô deveria ter em torno de 1,40 m de altura, para permitir interagir tanto com crianças quanto com adultos. Emre as sugestões propostas, sobre a interação do Robô, a que mais agradou a todos, foi a de que o mesmo utilizaria reconhecimento facial, ou seja a partir da identificação de um rosto na sua área de visão ele deveria iniciar um diálogo. Ainda, era desejável que ele possuísse uma conexão a internet a fim de permitir que a imagem captadas pela sua câmera pudesse ser transmitida *on line* para os telões do evento.

Quanto estrutura mecânica e ao movimento, ficou definida a utilização de motores de corrente contínua com redutores. Entre a opções possíveis para as condições estabelecidas, as duas mais adequadas eram a de utilizar dois motores e rodas de borracha ou dois motores e uma correia. Neste sentido, optou-se pela segunda opção em função da diversidade de terrenos e as condições que o mesmo estaria sujeito. Ficou estabelecido ainda, que em função da quantidade de pessoas que poderiam estar em tono do mesmo, uma terceira câmera com lente grande angular seria instalada na base com transmissão direta ao controle remoto a fim de facilitar a visualização de obstáculos garantir segurança nas manobras.

3.2 Desafios Tecnológicos.

Considerando as especificações estabelecidas, foram enumerados os desafios a serem superados.

Em primeiro lugar o reconhecimento facial, que apesar de ser algo muito comum em câmeras fotográficas e smartphones atuais, não era dominado por nenhum dos acadêmicos ou professores do grupo e precisava ser estudado.

Em segundo lugar, o grande desafio se tornou o projeto mecânico uma vez que nenhum dos envolvidos era da área de engenharia mecânica. Neste sentido, foi necessário o estudo dos conceitos e técnicas a fim de permitir o projeto do mesmo. Neste mesmo sentido, a definição do torque e potência dos motores,

bem como a velocidade máxima de funcionamento eram variáveis desconhecidas e foi necessária uma pesquisa para adequar e especificar o sistema de tração.

Por fim, um terceiro desafio se constituía, em função dos materiais a serem utilizados, uma vez que o prazo máximo para a conclusão do projeto era de trinta dias, neste sentido, algumas das ideias de materiais e design precisavam ser descartadas.

3.3 Projeto da estrutura.

Para o rosto do robô foi definido que seria utilizado uma tela de computador de LED. Desta forma seria possível que ele tivesse expressões a partir de uma frase.

Como já afirmado, o prazo para a finalização era de no máximo 30 dias, desta forma a melhor opção para a estrutura foi o MDF, que poderia ser cortado a laser. No entanto isto acabou limitando as opções de design, tornando-o mais geométrico. A partir de um conjunto de discussões foi proposto o design apresentado na Figura 1.

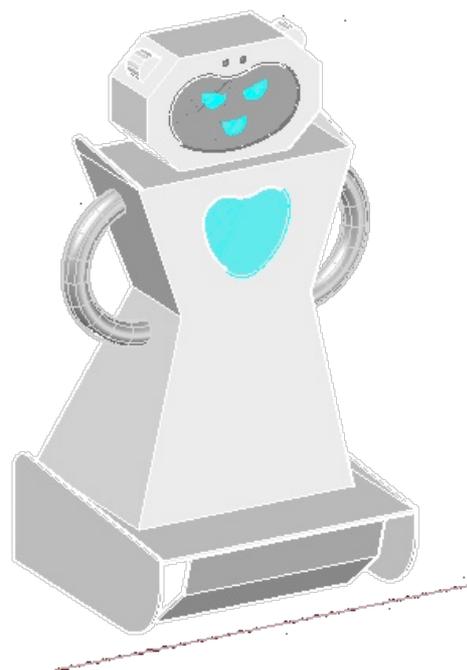


Figura 1. Proposta final do design da estrutura do Robô

Como o objetivo era interação com o público o destaque acabaria sendo a tela que serviria de rosto. Na versão final, ela acabou sendo definida com o tamanho de 15 polegadas.

3.4. Projeto da cabeça do Robô.

O projeto final da cabeça do robô é representado no diagrama apresentado na Figura 2.



Figura 2. Diagrama do projeto final dos circuitos e periféricos da cabeça do robô desenvolvido.

Como já foi mencionado foi utilizado uma tela LED de 15 polegadas. Além dela, completam o sistema, uma Raspberry PI, uma câmera HD, para reconhecimento facial, uma câmera e um microfone para transmissão e dados via IP, com o objetivo de compartilhar a “visão” do robô, autofalantes para reprodução de fala, circuitos de acoplamento com a parte inferior do robô, dois conversores buck (CC-CC) uma vez que o mesmo é alimentado a partir de baterias de 12 V, no entanto, alguns dos dispositivos citados são alimentados em 5 V.

Na figura 3 pode-se observar a montagem da cabeça do robô.



Figura 3. A cabeça montada do robô desenvolvido.

A partir da interação do grupo com estudantes de comunicação social e publicidade e propaganda, foram definidas um conjunto de frases para o Robô, desde frases do tipo “*Acho que estou com a sensação de que não estou mais no meu laboratório*”, “*Bom dia* (ou boa tarde ou boa noite, dependendo do horário) *podemos conversar um pouco*”, até piadas e brincadeiras. Todas essas frases e ações foram associadas a uma expressão no rosto do Robô, desenvolvidas pelo estudante de design. Estas expressões e falas tinham como objetivo, tornar a interação com o

robô mais realista. Duas questões foram incorporadas a partir de observações durante a montagem, primeiro o sistema foi reprogramado para se despedir quando a face inicialmente detectada saísse fora do raio de visão da câmera. A segunda alteração foi necessária, tendo em vista que em função da alta resolução da câmera ele acabava detectando rostos muito distantes do robô. Para corrigir isto, foi incorporado ao sistema um sensor ultrassônico limitando a detecção a pessoas que estivessem cerca de dois metros ou menos do mesmo.

Do ponto de vista pedagógico, esta etapa foi importante uma vez que foram necessárias diversas adequações a esforço de otimização do projeto, uma vez que o sistema precisava operar em tempo real. A interação a partir do dialogo presupunha que as expressões do rosto do Robô acompanhassem a fala e todas as reações tivessem velocidade compatível. Só assim teria-se a sensação de realismo ponto crucial para o sucesso do projeto.

3.5. Projeto da base do Robô

O diagrama com o projeto completo da base é apresentado na figura 4.

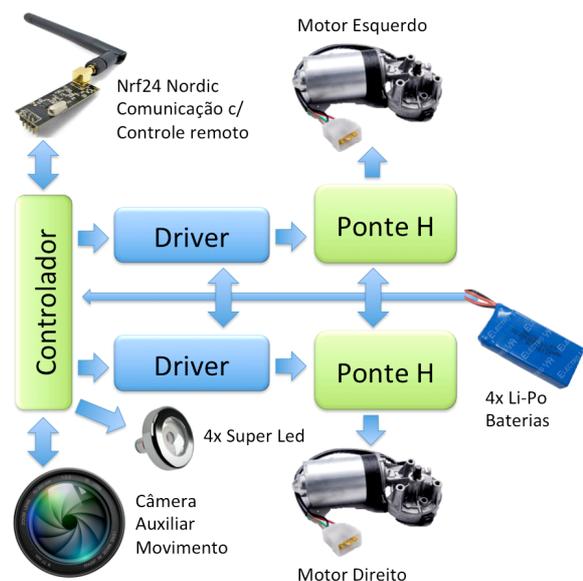


Figura 4. Diagrama da base do robô desenvolvido.

O projeto base do robô partiu da ideia de utilização de dois motores CC, com redutor alimentados em 12V. Estes motores, foram acoplados a uma correia, permitindo que ele transponha obstáculos de até 15 cm de altura. Esta configuração permite ainda, que ele se desloque em qualquer tipo de terreno.

A estrutura da base foi confeccionada em chapa de metal e os motores e correias acoplados a partir de mancais e rolamentos, conforme pode ser observado na Figura 5.

A base funciona de forma independente da cabeça. Ela se constitui em um Drone terrestre e foi projetado para ser operado de uma distância de até 500 m. Para isto ele conta com uma câmera para auxílio as

manobras e movimentos a qual pode ser visualizada a partir de uma tela instalada no controle remoto desenvolvido. Completam o sistema, dois packs de baterias Li-Po e LEDs para iluminação noturna.

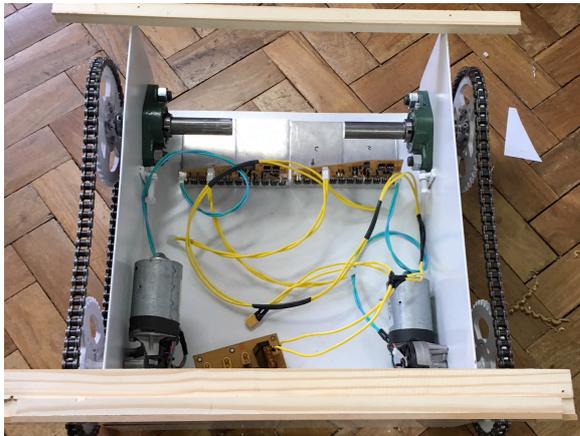


Figura 5. Estrutura da base do robô.

O circuito de controle foi baseado em um PIC 16F877A e a primeira versão teve de ser reprojetaada porque foi necessário incluir o monitoramento das baterias uma vez que baterias de Li-Po não podem, em nenhuma das suas células, alcançar níveis de tensão abaixo da sua tensão de *Cutoff*, pois, seriam danificadas e ficariam inutilizadas. A comunicação entre a base e o controle remoto utiliza um transeiver NORDIC nrf24.

Pedagogicamente, esta etapa foi importante, uma vez que foram necessários conhecimentos de controle, automação e eletrônica de potência para permitir o movimento a partir dos motores do Drone. Apesar de idênticos os motores precisaram ser instalados em posições diferentes o que somado a perdas mecânicas e diferenças das características dos mesmos, precisaram ser corrigidas.

O circuito de controle baseado em um conversor de dois braços devia além de operar com velocidade e torque compatível, corrigir erros de trajetória. Além disso estratégias de otimização do uso das baterias, como por exemplo, redução da velocidade em alguns caos e intervalos para relaxação da descarga das mesmas permitiram maximizar a autonomia, a qual era um fator importante no projeto.

3.6. Projeto do controle remoto do Robô

O controle remoto também foi projetado a partir de um PIC 16F877A e de *transeiver* nrf24. Seu diagrama é apresentado na figura 6.

O controle conta com um joystick para direcionar o movimento, uma tela de 7 polegadas que a partir da câmara da base do robô permite o comando seguro a longas distâncias. Ainda no controle é possível visualizar o nível das baterias do robô e do próprio controle, bem como o status operacional do mesmo. A partir dele é possível ainda ligar a ilumi-

nação de LED na base do Robô, que serve de iluminação noturna para a movimentação do mesmo.



Figura 6. Diagrama do controle remoto do robô desenvolvido.

4 Resultados

O Robô montado e funcional pode ser observado na Figura 7.



Figura 7. Robô montado e funcional.

Na montagem final ainda para fins de design, foi incorporado um coração que através de um LED de 5W e um oscilador apresentada um efeito e pisca-pisca. Os braços foram montados de tubos transparentes e preenchidos com gel inerte. Nestes foi introduzido LEDs azuis para dar um efeito luminoso ao protótipo.

Na figura 8 pode-se observar o robô participando da IEEE RAS ROBODAY 2017, que aconteceu em conjunto com a MOSTRATEC no Rio Grande do Sul e interagindo com as pessoas. Neste caso específico, ele está se despedindo dos presentes que se afastaram e ele não possui nenhuma face em seu raio de visão (< 2 m) por isso a expressão de tristeza.



Figura 8. O robô interagindo com visitantes da feira.

E finalmente na figura 9 pode-se observar um dos acadêmicos que projetou o robô, comandando o mesmo pelo controle remoto.



Figura 9. O robô em movimento pela feira.

Pode-se citar ainda que a autonomia do robô conforme projetado é de mais de duas horas de uso contínuo. O alcance do controle remoto é de cerca de 500 m sem falhas. A velocidade do robô foi limitada a 60% da sua velocidade máxima por questões de segurança.

5 Conclusões

A metodologia PBL, Aprendizado Baseado em Projeto foi apresentada neste trabalho. O desenvolvimento de um projeto, com uma aplicação real, prazos definidos e com características específicas de um produto finalizado, foram desafios impostos e executados. Como já afirmado este conceito ultrapassa a realização de exercícios e projetos em disciplinas específicas e provoca os acadêmicos a pensar em equipe e procurar soluções concretas. Muitas vezes buscando conhecimentos que algumas vezes não são abordados em seus cursos/currículos originais.

Para a construção do protótipo funcional foram fundamentais os conhecimentos acadêmicos em diversas áreas. A interação entre os conteúdos é muito expressiva. Esta conexão estabelecida entre novos conhecimentos e os vários componentes do currículo do curso proporciona a retomada de conteúdos previ-

amente estudados e, portanto, promove a integração de conhecimentos.

Este artigo demonstra que se um acadêmico de engenharia possui uma visão clara do todo, o projeto e a pesquisa se tornam mais motivadores. Consequentemente valorizando os conhecimentos indispensáveis para execução do projeto, os quais, mesmo que complexos acabam provocando mais interesse. Além deste tipo de projeto despertar a iniciativa, a criatividade e a busca de informações, para o tema escolhido ele acaba fazendo com que o estudante perceba a sua importância e a importância dos conhecimentos adquiridos.

Por fim, o trabalho colaborativo, permite que surjam perfis de liderança, bem como inúmeras discussões a fim de transmitir uma ideia ou um novo conhecimento entre os pares. Isto, torna este tipo de atividade uma experiência única a estes acadêmicos. Um segundo aspecto importante, relaciona-se com a diversidade de problemas que acabam sendo abordadas no desenvolvimento do trabalho. É nesta fase que o estudante percebe que durante seu ciclo de vida profissional, ele sempre necessitará ultrapassar os conhecimentos auferidos ao longo de seus estudos. E que seu fazer profissional sempre deverá ser orientado a buscar o novo, usar a criatividade e lidar com pressões como prazos e orçamentos limitados, que são característicos de projetos desta natureza.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dos demais membros, alunos e professores, do GAIC Grupo de Automação industrial e controle. O apoio da coordenadoria de marketing da UNIJUI pelo apoio financeiro ao projeto.

Referências Bibliográficas

- Arbelaitz, O., Martin, J. I. and Muguerza, J. (2015). Analysis of introducing active learning methodologies in a basic computer architecture course. *IEEE Transactions on Education* vol. 58, no. 2, pp. 110–116.
- Campos, M., Pozzobon, C. E., Reibold, M. M. P., Salvadori, F. and Campos, M. L. S. (2005). Uma proposta estratégica para a consolidação do conhecimento nos cursos de engenharia utilizando a técnica top-down. XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, COBENGE. Campina Grande, PB.
- Calvo, I., Cabanes, I. And Quesada, J. (2018). A Multidisciplinary PBL Approach for Teaching Industrial Informatics and Robotics in Engineering. *IEEE Transactions on Education* Vol. 61, Issue: 1, pp. 21-28.
- Dunai, L. D., Lengua, I. L. and Fajarnés G. P. (2017). Improving skills with project based learning in engineering. *IECON 2017 - 43rd Annual Conference of the IEEE Industrial*

- Electronics Society, pp3983-3988. Beijing, China.
- Gennert, M. A. and Tryggvason, G. (2009). Robotics Engineering: A Discipline Whose Time Has Come [Education]. IEEE Robotics & Automation Magazine, Vol. 16, Issue: 2, pp 18-20.
- Maseda, J. F., Martija, I. and Martija, I. (2012). A training tool and methodology to allow concurrent multidisciplinary experimental projects in engineering education. IEEE Transactions on Education, vol. 55, no. 3, pp. 357–364.
- Nagai, K. (2001). Learning while doing: practical robotics education. IEEE Robotics & Automation Magazine, Vol. 8, Issue: 2, pp. 39-43.
- Shimon, N. Y. (1999). Handbook of Industrial Robotics. 2nd ed. John Wiley & Sons. 1378 pp. New York, EUA.
- Paige, B. R., Ziaefard, S., Moridian, B. and Mahmoudian, N. (2017). Learning autonomous systems — An interdisciplinary project-based experience. Frontiers in Education Conference (FIE), Indianapolis, IN, USA.
- Rad, A. M., Popa, T. H., Mihon, V. and Iancu B. Problem-based learning and project-based learning concepts and their applications to engineering education. Networking in Education and Research (RoEduNet), 2017 16th RoEduNet Conference, Argu Mures, România.