

UTILIZAÇÃO DE UM ROBÔ QUADRÚPEDE COMO INSTRUMENTO DE ENSINO NAS AULAS DE ENGENHARIA

Guilherme Zarzicki - guilhermezarzicki@gmail.com
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº1000
97105-900 - Santa Maria – Rio Grande do Sul

Emílio G. Ferreira - emilio.ferreira@ecompu.fsm.br
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº1000
97105-900 - Santa Maria – Rio Grande do Sul

Vinícius H. Schreiner - vinicius.schreiner@ecompu.fsm.br
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº1000
97105-900 - Santa Maria – Rio Grande do Sul

Vinícius P. Farias - vinicius.farias@ecompu.fsm.br
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº1000
97105-900 - Santa Maria – Rio Grande do Sul

Rodrigo da Silva Guerra – rodrigo.guerra@ufsm.br
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº1000
97105-900 - Santa Maria – Rio Grande do Sul

Daniel Fernando Tello Gamarra – daniel.gamarra@ufsm.br
Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Av. Roraima nº1000
97105-900 - Santa Maria – Rio Grande do Sul

Resumo: *A fim de proporcionar um maior interesse dos alunos e uma melhor experiência no aprendizado em sala de aula, é apresentado um estudo que descreve a aplicação de um robô quadrúpede como complemento de ensino das disciplinas de engenharia. O projeto possibilita que conhecimentos específicos de programação, eletrônica e controle, sejam desenvolvidos e avaliados de maneira prática e interativa durante o andamento do curso, fato que nem sempre ocorre durante a formação dos estudantes da área das engenharias. O artigo apresenta um caso prático de aplicação de um robô quadrúpede nas aulas da disciplina de robótica industrial e seu estudo para*

o cálculo da cinemática inversa além dos seus resultados, baseados em relatórios feitos pelos alunos e questionários aplicados.

Palavras-chave: *Robótica, Ensino, Engenharia, Tecnologia.*

INTRODUÇÃO

Atualmente no Brasil, devido, em parte, ao desinteresse dos jovens pelas áreas de engenharias e ciências existe um déficit anual de mais de 20 mil engenheiros de todas as áreas, segundo o CONFEA, Conselho Federal de Engenharia e Agronomia, fato que é comum em países em desenvolvimento, enquanto as nações mais industrializadas do planeta possuem, sem exceção, um número abundante de profissionais na área, gerando desenvolvimento tecnológico, intelectual e social para a população e para o país. Tendo em vista a relação direta recém apresentada, existe outra arista deste problema que é a alta desistência nos cursos de engenharia, sendo um dos maiores índices de abandono em todo o ensino superior e, entre os fatos citados para tal resultado está a falta de aulas e experiências práticas durante a formação.

Com o principal objetivo de auxiliar o ensino da engenharia, proporcionando uma experiência prática maior e manter o interesse dos estudantes, este projeto surgiu visando a utilização de robôs nas aulas de engenharia, fato que permite aos estudantes aplicarem os conhecimentos adquiridos na resolução de problemas em uma plataforma robótica, resultando numa experiência mais rica que complementa os conhecimentos teóricos transmitidos na sala de aula.

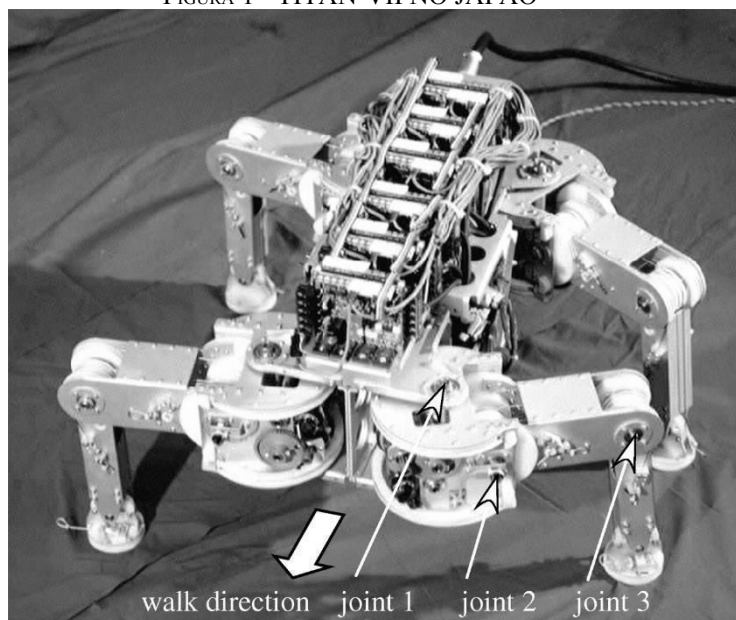
O artigo descreve a experiência e resultados da aplicação de um robô quadrúpede para o ensino. Inicialmente, a ideia foi aplicada nas aulas de robótica industrial, com alunos dos cursos de engenharia de computação e engenharia de controle e automação, O uso do robô permitiu aos alunos entender de uma maneira mais integral a disciplina, estudando conceitos muito relevantes como o estudo da cinemática do robô e a programação do robô, assim como o funcionamento da parte mecânica e os componentes elétricos e eletrônicos do robô, a fim de avaliar os resultados e as opiniões dos estudantes envolvidos no projeto foram feitas enquetes para medir o impacto do material utilizado no processo de aprendizado da turma.

O artigo está dividido em 5 seções, sendo a primeira uma breve introdução do projeto, a segunda faz uma sucinta descrição do robô, a terceira seção descreve o problema da cinemática inversa de um robô, a quarta seção mostra os métodos de aplicação ao ensino, a quinta trata dos resultados encontrados e a última seção aborda as conclusões do projeto.

1. O ROBÔ QUADRÚPEDE TITAN-VIII

O robô quadrúpede foi desenvolvido no Departamento de Engenharia Mecânica e Aeroespacial do Instituto de Tecnologia de Tóquio (Tokyo Institute of Technology - TIT). O Titan VIII, mostrado na Figura 1 (ARIKAWA & HIROSE, 2007), foi comercializado e algumas poucas universidades do Japão colaboraram com o TIT, bem como adquiriram algumas unidades. Entre elas, a Universidade de Osaka no Departamento de Máquinas Adaptáveis, coordenado pelo professor Asada e o professor Hosoda.

FIGURA 1 - TITAN-VII NO JAPÃO



Esse robô fez parte do projeto "Research of Emerging Mechanism of Machine Intelligence - A Tightly-Coupled Perception-Action Behavior Approach" (HIROSE & KATO, 2000) e, (HIROSE et al., 2009). No Japão, atualmente, o projeto TITAN está em andamento com o modelo TITAN-XIII.

O grupo de robótica GARRA, grupo de automação e robótica aplicada, com o apoio do NUPEDDE (Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica), conseguiu reaproveitar as partes que foram trazidas do Japão. O objetivo então, passou ser a restauração completa da estrutura mecânica do robô, e a atualização da eletrônica e o desenvolvimento de software para transformar o robô em uma ferramenta autônoma de socorro. O robô foi aplicado no projeto Robô Quadrúpede para Detecção de Gases Tóxicos, Radioatividade e Temperatura cujo objetivo foi utilizá-lo em casos de desastres até 2014 (ROSA et al., 2014).

De 2015 até o presente momento, o robô está sob responsabilidade do Laboratório de Robótica do Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica,

NUPEDEE da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. A parte elétrica foi totalmente renovada contando com sensores, fiação e componentes eletrônicos comprados e instalados apropriadamente. Sob os cuidados do Grupo GARRA, o Robô Titan passou a ser objeto de pesquisa e extensão, tendo a função mais nobre de todas, ensinar e divulgar conhecimento, através do projeto robótica nas escolas de Ensino Médio de Santa Maria como é descrito no trabalho de (SCHIRMER et al. 2017).

2. CINEMÁTICA INVERSA

O problema da cinemática inversa consiste em encontrar a posição de um manipulador robótico em coordenadas cartesianas (x,y e z) conhecendo os valores dos ângulos das juntas do robô ($\theta_1, \theta_2, \theta_3$). A cinemática inversa ao contrário da cinemática direta pode ter várias soluções ou pode não ter nenhuma, existem diferentes métodos para encontrar a solução do problema, geométricos, algébricos e numéricos. Para a análise da cinemática inversa, em sala de aula foi utilizado o método Geométrico. A figura 2 e a figura 3 mostra o problema da cinemática inversa para o caso do robô quadrúpede onde teremos que achar a posição $P(x,y,z)$ a partir dos ângulos θ_1, θ_2 e θ_3 .

FIGURA 2 - MODELO DA PATA ROBÓTICA DO TITAN-VII

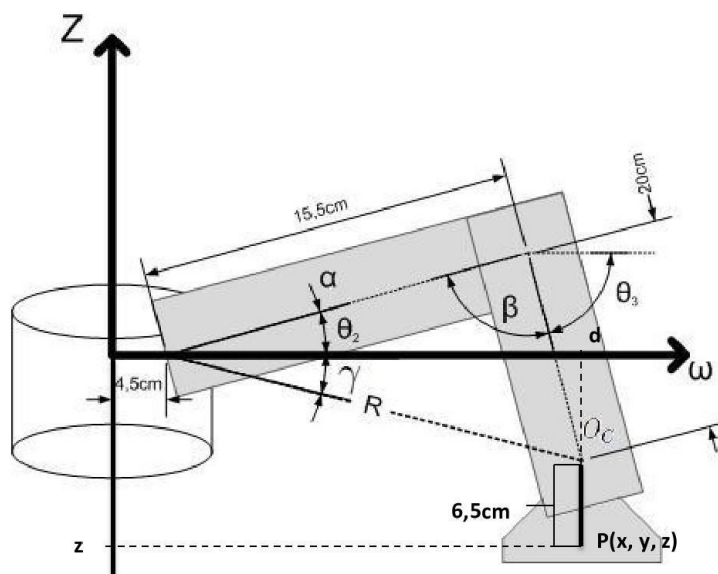
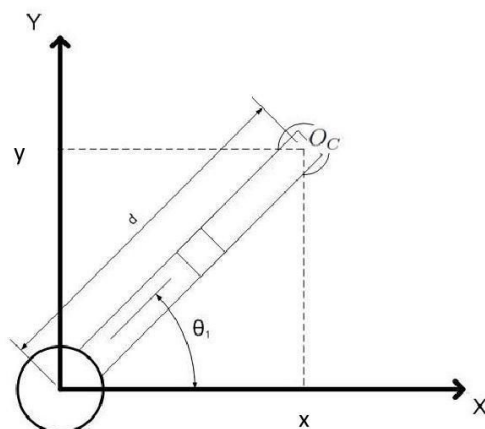


FIGURA 3 - MODELO PARA CÁLCULO DOS ÂNGULOS E DISTÂNCIAS



O maior desafio da cinemática inversa é encontrar os ângulos corretos para todos os graus de liberdade, dada a configuração do manipulador e movimento e posição finais desejados, em geral não há solução analítica para tal problema, que se baseia em equações e desigualdades, sendo normalmente empregadas técnicas de programação não linear neste caso.

3. METODOLOGIA

O projeto engloba principalmente os cursos da engenharia elétrica, de computação, controle e automação, e aeroespacial e permite que os alunos não tenham contato com um robô real e apliquem os seus conhecimentos teóricos na resolução de problemas.

A fim de atingir um dos objetivos propostos pelo projeto, o robô foi utilizado na matéria de robótica industrial e tinha como principal objetivo, em sala de aula, ensinar e servir de plataforma para a implementação de cinemática inversa, conceito bastante utilizado na robótica para operar braços robóticos com vários graus de liberdade, onde se necessita não apenas que o movimento e posição de todas as partes do manipulador sejam conhecidas, como também que sejam coordenadas e complementares umas às outras, para permitir todo o conjunto de movimentos mais complexos muitas vezes necessário em algumas ações.

O uso do robô em aula se deu em diferentes etapas, primeiramente são feitas aulas introdutórias sobre o funcionamento do mesmo, com o objetivo de instruir aos alunos sobre o funcionamento e estrutura do robô, após isto, os estudantes realizam testes com o mesmo, a fim de entender melhor a sua operação e constituição e por fim é aplicado o trabalho de se desenvolver a cinemática inversa do TITAN-VIII, trabalho este realizado em grupos compostos pelos alunos que cursaram a cadeira, que aplicaram os conhecimentos aprendidos em aula na concepção de funções matemáticas, que mais tarde foram implementadas no robô e testadas, com o objetivo de avaliar o trabalho realizado.

O uso do robô quadrúpede TITAN-VIII, não somente nesta, como em várias outras disciplinas permite a familiarização do estudante com plataformas robóticas, englobando estudos nas áreas de eletrônica, programação e matemática por exemplo, tornando possível a aplicação prática na resolução de problemas, o que muitas vezes gera uma maior motivação ao longo do período de formação dos engenheiros e representa um diferencial importante na formação do estudante.

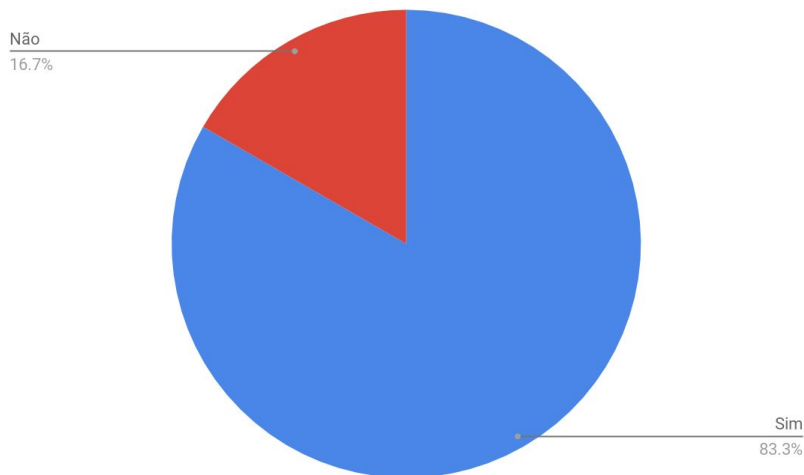
4. RESULTADOS

Após o uso do robô TITAN-VIII durante boa parte do segundo semestre de 2017 na disciplina de robótica industrial, foi possível medir o sucesso do projeto a partir dos relatórios realizados e questionário aplicados aos estudantes envolvidos. A implementação da cinemática inversa pelos estudantes da disciplina de robótica industrial foi bem-sucedida, fato que é descrito nos relatórios finais entregues pelos alunos, que detalham a metodologia utilizada para a criação do protocolo e os resultados dos testes realizados. Testes que se tornaram possíveis a partir da disponibilidade do robô para o uso na disciplina.

Além dos relatórios feitos pelos estudantes envolvidos no projeto, foi também aplicado um questionário, a fim de avaliar os métodos utilizados, as aulas, o trabalho proposto, o uso do robô na disciplina e sugestões. Foi constatado que mesmo antes do início dos trabalhos com o robô, a grande maioria dos estudantes já possuíam alguma familiaridade com a robótica e apresentavam conhecimento sobre as diferentes estruturas, componentes e processos envolvidos no funcionamento de uma estrutura robótica, sendo também que a totalidade dos estudantes que cursaram a disciplina durante o período em que o projeto foi aplicado, concordou com a utilidade de estudar a aplicação prática da cinemática em robôs, durante o período de graduação.

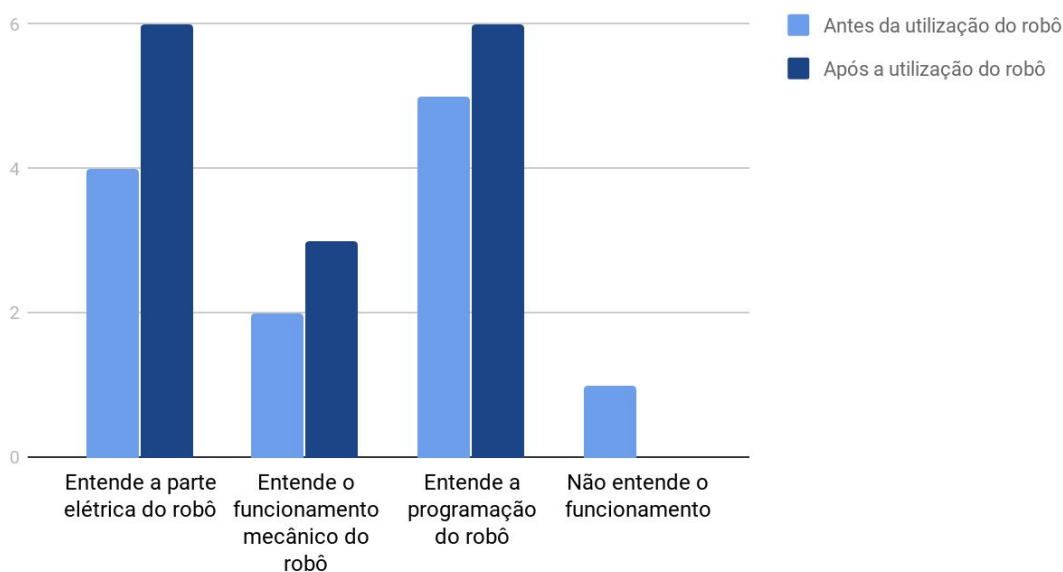
Por fim, foi realizado também um questionário posterior ao término da utilização do robô na disciplina, a fim de avaliar o progresso após a utilização do TITAN-VIII durante o semestre, onde foi verificado que após a prática os estudantes aprimoraram os seus conhecimentos não apenas sobre o robô utilizado, como também, sobre os princípios gerais que da robótica, permitindo uma ampliação na visão que os alunos têm sobre a robótica, suas utilidades, desafios e dificuldades.

FIGURA 4 - ALUNOS QUE CONSIDERAM IMPORTANTES AS AULAS PRÁTICAS



A figura 5 apresenta o entendimento dos estudantes, antes e depois, do uso do robô em aula, deixando claro que o uso prático de robôs nas aulas não só permite que os estudantes tenham contato com os assuntos abordados, como também complementa e expande o entendimento e compreensão que os alunos obtêm em sala de aula. A figura 6 mostra o resultado da pergunta: “Conseguiu ver a teoria de cinemática inversa em sala de aula aplicada na prática?”.

FIGURA 5 - ENTENDIMENTO DO ROBÔ ANTES E DEPOIS DAS AULAS PRÁTICAS



Após aplicados os questionários, revisados os relatórios e os dados, ficou comprovado que a utilização do robô nas aulas práticas gerou resultados positivos no ensino e entendimento dos alunos durante o semestre, propiciando uma experiência diferente do que é comumente visto em sala de aula.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As aulas práticas e o uso de ferramentas como robôs nas aulas de engenharia é sem dúvida um ótimo instrumento na profissionalização e formação do engenheiro, que não só desenvolve e aperfeiçoa as suas habilidades com práticas em situações mais realistas, como permite o contato dentro de sala de aula com tecnologias mais recentes, que já são utilizadas na indústria. O objetivo de se utilizar o robô quadrúpede TITAN-VIII nas aulas dos cursos de engenharia foi alcançado e permitiu que diversos estudantes tivessem a oportunidade de uma experiência prática dentro da sala de aula com o aprimoramento de seus conhecimentos adquiridos ao longo da formação, aplicando os mesmos através da resolução de problemas reais. Fato que pode ser observado claramente a partir dos dados coletados no questionário aplicado, demonstrando os resultados positivos do projeto no ensino da robótica na engenharia.

Agradecimentos

A Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, ao Centro de Tecnologia – CT, ao Gabinete de Projetos - GAP, a coordenação do curso de Engenharia de Computação, ao Núcleo de Pesquisa e Desenvolvimento em Engenharia Elétrica – NUPEDDE e, ao Grupo de Automação e Robótica Aplicada – GARRA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIKAWA Keisuke; HIROSE Shigeo. Mechanical design of walking machines. In: Royal Society Publishing <
<http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/365/1850/171>> 2007,

ANDRADE, Beneticto de. Pedagogia e didática moderna. 1 ed. São Paulo: Atlas S.A., 1969

CONFEA, Disponível em:
<<http://www.confear.org.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=15360&sid=1206>>
acesso em 09 mai. 2017

DERVILLE, Leonore M.T. Psicologia prática no ensino. 1 ed. São Paulo: IBRASA, 1969

HIROSE, S., FUKUDA, Y., YONEDA, K., NAGAKUBO, A., TSUKAGOSHI, H., ARIKAWA, K., ENDO, G., DOI, T., HODOSHIMA, R. Quadruped walking robots at

Tokyo Institute of Technology. IEEE Robotics and Automation Magazine, v. 16, n. 2, p. 104–114, 2009.

HIROSE, S.; KATO, K. Study on quadruped walking robot in Tokyo institute of technology-past, present and future. In: Robotics and Automation, 2000. Proceedings. ICRA '00. IEEE International Conference on. [S.l.: s.n.]. v. 1, p. 414–419 vol.1, 2000.

LAMAS, João Pedro. Disponível em:

<<http://diariodesantamaria.clicrbs.com.br/rs/geral-policial/noticia/2016/09/descubra-ufsm-aguarda-25-mil-visitantes-nos-tres-dias-do-evento-em-santa-maria-7446617.html>> acesso em 09 mai. 2017

MEKARI, Danilo. Disponível em:

<<http://portal.aprendiz.uol.com.br/2016/10/25/mostrathec-2016-jovens-cientistas-devem-ser-incentivados-solucionar-problemas-locais/>> acesso em 09 mai. 2017

OLIVEIRA, M. A. D. Desenvolvimento e aprendizagem O que o cérebro tem a ver com isso? 2ª ed 2018.

POTTS, Alain Segundo; UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, Escola Politécnica. Modelagem e controle ótimo de um robô quadrúpede. São Paulo, 2011. Tese (Doutorado)

ROSA, L. W. D. ; CUNHA, V. D. ; WOLLMEISTER, G. P. ; GUERRA, R. S. ; GAMARRA, D. F.T. . Reconstrução de um Robô Quadrúpede para Aplicação em Ambientes Hostis. In: Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia, 2014, Alegrete. Congresso Regional de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia (CRICTE 2014), 2014.

SCHIRMER, R.D.; GUERRA, R.S.; GAMARRA, D.F.T.; Introdução a Robótica nas Escolas de Ensino Médio de Santa Maria. In: Jornada Acadêmica Integrada, 2016, Santa Maria, 2016.

SCHIRMER, R. D. ; FERREIRA, E. G. ; GARCIA, T. R. ; PRATES JUNIOR, N. G. ; GUERRA, R. S. ; GAMARRA, D. F.T. . Introdução a Robótica nas Escolas de Ensino Médio de Santa Maria/RS. In: Congresso Brasileiro de Educação em engenharia (COBENGE XLV), 2017, Joinville. Congresso Brasileiro de Educação em engenharia, 2017.

UTILIZATION OF A QUADRUPED ROBOT AS AN APPLIANCE IN ENGINEERING CLASSES

Abstract: *In order to instigate the interest of engineering students, and provide a better learning experience, a project was developed to allow the students to use their acquired knowledge in practical situations. The project allow specific knowledge such as programming, electronics and mechanics, to be applied and evaluated in a practical and interactive manner, fact that not always occur in all engineering classes. This article focuses a practical application case of a quadruped robot applied in industrial robotics classes and the study of the inverse kinematics calculation, also the results obtained, based on relatories made by the students and applied questionnaires.*

Key-words: *Robotic, Teaching, Engineering, Technology.*