

Jogos para Humanos e Robôs: Projetos Integrados baseados em Protótipos de Robôs em Cursos EAD

Luís Rogério da Silva¹, Eliane Gonçalves²

¹ Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP)

² Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUCSP)

silva.lrogerio@gmail.com, goncalves.eliane@uol.com.br

Abstract. *In this research, we analysed the results concerning the online participation of university students in the execution of projects with the scope of building prototypes of robots as a parallel activity to the traditional curricular components. We limited this research to the analysis of the performance, in 2021, of the students of USAC - University of São Carlos of Guatemala. We manage the performance analysis process of the prototypes presented by these teams through a online platform called RoboLeague. With the data referring to these participations during the year 2021, we formulated an investigation of a quantitative and qualitative exploratory nature. The results showed the scope of this initiative in didactic terms.*

Keywords: *Robotics Competitions. Distance Education. Project-based Learning. Engineering.*

Resumo. *Nesta pesquisa, analisamos os resultados relativos à participação online de estudantes universitários na execução de projetos no âmbito da construção de protótipos de robôs como atividade paralela aos componentes curriculares tradicionais. Limitamos esta pesquisa à análise do desempenho, em 2021, dos alunos da USAC – Universidade de São Carlos da Guatemala. Gerimos o processo de análise de desempenho dos protótipos apresentados por essas equipes através de uma plataforma online denominada RoboLeague. Com os dados referentes a essas participações no ano de 2021, formulamos uma investigação de natureza exploratória quantitativa e qualitativa. Os resultados mostraram o alcance desta iniciativa em termos didáticos.*

Palavras-chave: *Competições de Robótica. EAD. Aprendizagem baseada em projetos. Engenharia.*

1. As competições de robótica no âmbito educacional

Pesquisas recentes mostram que há benefícios para a aprendizagem de componentes curriculares das áreas de Matemática, Física, Computação e Engenharia com a aplicação de projetos destinados à construção de protótipos de robôs [FORNAZA & WEBBER, 2014; EGUCHI, 2016; LIMA, 2018; ARÍS & ORCOS, 2019; JIEA et. all., 2019; LEITE, 2021].

No Ensino Superior, está documentado o sucesso de muitas experiências que

agregam atividades curriculares ao desenvolvimento de projetos de construção de protótipos de robôs móveis para solução de desafios propostos por competições de robótica [CLEMENTE, 2017]. Nesse estágio formativo, constata-se que esse tipo de experiência conduz os alunos participantes a desenvolverem habilidades como comunicação, liderança, gerenciamento e cooperação que, além das técnicas e científicas de suas áreas, são muito importantes para que tenham sucesso em suas carreiras futuras [GIBEALT, IORIO, SANTILLAN, SHEN, TUFENKJIAN, 2019].

Em relação à influência das competições de robótica para estimular o aluno universitário a adquirir conhecimentos mais profundos de teoria de controle e informática, Bazylev, Margun, Zimenko, Kremlev e Rukujka [2014] apontam que essa prática apresenta claros benefícios motivacionais por atribuir aos alunos, organizados em equipes, o enfrentamento dos desafios concretos propostos por meio do melhor desempenho de seus protótipos de robôs.

Há de se considerar que a motivação dos estudantes não decorre apenas da natureza da atividade envolvida no desenvolvimento dos projetos, mas também em função do reconhecimento obtido no seio de suas comunidades acadêmicas. Essa valorização se dá por meio das publicações oficiais nos sites das universidades e nos demais meios de divulgação, o que lhes abre oportunidades tanto para as carreiras acadêmicas quanto para o ingresso no mercado de trabalho.

As próprias equipes, quando já possuem alguma tradição de resultados, constroem meios de promover os seus feitos nas competições em mídias sociais digitais ou em seus sites. Fazem isso de modo a obter fomento para as suas atividades e para conquistar novos adeptos, com o intuito de os fazer integrar seu plantel. Neste sentido, podemos mencionar algumas equipes: MIT Robotics Teams (<https://roboteam.mit.edu/>), Caltech Robotics Teams (<http://crt.caltech.edu/>), e brasileiras, como, Warthog Robotics (<https://wr.sc.usp.br/>), ThundeRatz (<https://thunderatz.org/>), CHS (<http://comphaus-robotics-teams.org/>), Autobotz (<https://autobotz.eng.ufmg.br/>), RoboFEI (<https://fei.edu.br/robofei/>), ITAndroids (<http://www.itandroids.com.br/>), RoboIME (<http://roboime.com.br/>), Robocin (<https://robocin.com.br/>), Riobotz (<https://www.riobotz.com/>), dentre outras.

É importante somar aos benefícios dessa prática realizada no âmbito universitário o fato de que costumam ocorrer frutos técnicos e científicos oriundos das inovações obtidas durante a realização dos projetos de robótica desenvolvidos para a participação em competições de robôs.

Durante o percurso formativo dos universitários envolvidos com competições de robótica, existem aqueles graduandos que passam a se dedicar, paralelamente, aos seus estudos regulares, à mentoria de equipes de alunos da Educação Básica interessados em participar desses eventos. Ao fazê-lo, esses graduandos desenvolvem habilidades de liderança, melhoram as habilidades comunicativas ao orientar outros alunos e colocam suas habilidades de engenharia em prática; além disto, integram, assim, os alunos pré-universitários no ambiente cultural e de valores da graduação [SALTZMAN, STROBEL, 2011].

Analogamente aos artigos que destacam os benefícios de se estimular os alunos de Ensino Superior a participarem de Competições de Robótica, para a Educação Básica há uma longa tradição em pesquisas voltadas tanto à popularização da robótica educacional nesse estágio formativo [EGUCHI, 2017; ARIS & ORCOS, 2019] quanto à demonstração dos bons resultados obtidos frente ao emprego conjugado da Robótica

com o ensino de Matemática e Física [ALIMISIS, 2014; LEITE, 2021; FORNAZA & WEBBER, 2016; JORGE, 2019].

Muitos artigos relatam ser importante à formação discente trabalhar, cooperativamente, com configurações robóticas [BREUCH&FISLAKE, 2019; ZUHRIE, BUDITJAHJANTO, NURLAELA, BASUKI; 2020]. Em sua generalidade, para qualquer que seja o estágio formativo, os estudos mostram os benefícios de se empregar materiais concretos para que os estudantes possam construir, testar e confrontar teorias com o objetivo de desestabilizar as concepções prévias [FORNAZA, 2016], de modo que, como apontam Zhang, Lu, Bao & Chiang [2022, p.8], no decorrer do processo, haja ganhos de comunicabilidade e concentração dos alunos, tal qual se dá por meio da participação em competições de robótica.

As competições de robótica têm sido uma forma de instigar os alunos a desenvolver protótipos de robôs que tenham de preponderar o seu desempenho sobre o dos demais protótipos, quando comparados nas provas do desafio proposto pelo evento. São, portanto, oportunidades em que as competências e características dos robôs podem ser testadas e avaliadas, exigindo que, durante a execução do projeto, sejam realizados sucessivos testes de desempenho funcional do produto.

2. As competições de robótica e os jogos para humanos e robôs

Há vários tipos de competição de robótica em que a temática das provas (futebol de robôs, dança de robôs, sumô de robôs e outras tantas), a robustez (capacidade de resistir a intempéries), a estratégia e o grau de autonomia (independência de ação) cobrados dos robôs participantes estão diretamente relacionados com o nível de formação dos competidores

Tanto no Brasil quanto no estrangeiro existe a oferta de uma grande quantidade de competições e, reconhecendo a importância dessa prática para a educação, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), órgão federal do governo brasileiro, que recebe o apoio do Ministério da Educação, elenca algumas das competições brasileiras de robótica com calendário anual no conjunto das olimpíadas científicas brasileiras: Competição Brasileira de Robótica, Olimpíada Brasileira de Robótica e Torneio Juvenil de Robótica. Estes eventos destinam-se à competição de robôs autônomos móveis.

Essas competições já estão muito sedimentadas na cultura escolar e, em função disso, o deputado federal Luiz Carlos Motta encontrou justificativa para o encaminhamento à Câmara dos Deputados do Projeto de Lei 1106/23. Este projeto já foi aprovado pela Comissão do Esporte da Câmara dos Deputados, que reconheceu a robótica como esporte de competição e de relevância educacional.

3. Jogos para participação de robôs de forma presencial ou remota

O tipo de competição de robótica em análise aqui é, essencialmente, um processo de gameificação em que se faz um jogo para que, como jogador, o robô participe diretamente da prova de maneira autônoma e os humanos apenas indiretamente ao construir o protótipo.

O fato particular de interesse aqui é, em resumo, a participação das equipes da Universidade de São Carlos da Guatemala - USAC (*Universidad de San Carlos de Guatemala*) na competição internacional de robótica promovida pelo Instituto TJR

Torneio Juvenil de Robótica sob o suporte *online* da plataforma RoboLeague. Nessa oportunidade, as equipes guatemaltecas colocaram os seus robôs à prova frente a robôs de outros países, permitindo que se pudesse averiguar a efetividade do monitoramento de projetos de produção de protótipos de robôs reais por meio de plataformas virtuais.

A RoboLeague (disponível em: <http://roboleague.org/>) é uma plataforma educacional de acesso público e gratuito para monitoramento *online* de projetos de protótipos de robôs. Esse monitoramento ocorre coletando-se dados do desempenho que esses protótipos apresentam na execução das tarefas para as quais foram desenvolvidos. A plataforma RoboLeague está inserida como empreendimento sócio-cultural na plataforma internacional HundrED (<https://hundred.org/en>).

Por conta da natureza de sua funcionalidade, a plataforma pode dar suporte à gestão de competições de robótica e subsidiar pesquisas acadêmicas sobre este assunto. Ao ser empregada na gestão de competições, ela pode: 1. contribuir para que equipes de estudantes dedicados à construção de protótipos de robôs possam comparar as suas soluções através do desempenho de seus protótipos frente a uma avaliação padronizada; 2. permitir que professores e alunos possam registrar o desenvolvimento do projeto concomitantemente à evolução do desempenho do protótipo, garantindo o acesso público aos vídeos de desempenho desses protótipos.

Assim, equipes de alunos sediadas em diferentes localidades no mundo podem participar de desafios a serem resolvidos por seus protótipos, com o devido acompanhamento público da evolução do seu desempenho. Concomitantemente, é possível documentar o processo de autoria através do registro da solução apresentada, bem como o decorrer das atividades referentes a ela. Dessa forma, todos os que pretendam realizar projetos com iguais escopos daqueles projetos propostos por meio da plataforma têm, nela, um rico material de consulta, que constitui um repositório audiovisual capaz de subsidiar pesquisas longitudinais sobre a prática de aprendizagem baseada em projetos. A plataforma permite entrelaçar as práticas das equipes em localidades distintas, servindo como portfólio de seus membros para a composição do currículo acadêmico e para solicitação de fomento às agências e entidades de patrocínio.

Tradicionalmente, nas competições de robótica, a disputa entre os desempenhos de cada protótipo participante ocorria no local sede do evento. A diferença básica entre a competição gerida por meio da plataforma e as presenciais é a de que, para a primeira, o espaço de teste oficial pode ser o recinto destinado à confecção do robô. Desta forma, por meio da plataforma, a comparação de desempenhos pode ser realizada sem que o protótipo de robô seja transportado do local em que é construído, bastando, para monitorá-lo, que se submeta o robô aos testes padronizados propostos pelo desafio divulgado pela competição. Ainda que disposto remotamente, o protótipo de robô continua sendo um objeto eletroeletrônico, mecânico e computacional concreto dotado de movimento autônomo determinado por uma programação sediada em seu controlador. A participação dos alunos por intermédio da plataforma induz o desenvolvimento de habilidades complementares necessárias às práticas laboratoriais.

4. A participação das equipes da Universidade de São Carlos - Guatemala

A Universidade de São Carlos de Guatemala - USAC (*Universidad de San Carlos de Guatemala*) é a maior, mais antiga da Guatemala (quarta universidade fundada nas Américas) e única universidade pública do país.

Em meados do primeiro semestre de 2021, durante a pandemia COVID - 19,

professores e alunos dos cursos de Engenharia da USAC realizaram os primeiros cadastros de suas equipes na plataforma RoboLeague.

Para competirem no TORNEO (competição internacional de robótica - <http://torneiojrobotica.org/TORNEO/>), em julho de 2021, os professores da USAC adotaram o modelo pedagógico de projeto integrador, para o qual os estudantes interessados poderiam se organizar em equipes para entregar o protótipo como produto final, servindo, paralelamente, a plataforma, como sede e testemunha do desempenho de seus robôs.

O objetivo desta investigação está ancorado na questão de ser ou não possível estabelecer esse procedimento como forma de conduzir projetos integradores em EAD e pretende constatar os seus resultados educacionais.

Para a análise exploratória do tema, consideramos as participações das 24 equipes da USAC, devido ao fato de que as suas equipes estavam sujeitas a dificuldades que, caso superadas, poderiam demonstrar tanto a resiliência quanto os benefícios produzidos pelo emprego do processo proposto. Tratava-se de equipes do Ensino Superior sem qualquer experiência anterior em competições de robótica dessa natureza e estavam submetidas às dificuldades, naquele semestre letivo, provenientes da pandemia, dispondo de apenas dois meses para a formação das equipes, a escolha dos desafios, o desenvolvimento de estratégias para resolvê-los e, ao final, a elaboração de projetos para construir os protótipos.

Note-se que havia riscos tipicamente acadêmicos a serem evitados pelos alunos, pois, ao assumirem o projeto, deveriam conduzir a sua execução nos moldes de um projeto integrador em paralelo com as demais atividades universitárias, nas quais deveriam obter aprovação.

5. Os dados e os métodos

Os métodos mistos de análise permitem constituir um conhecimento ampliado da temática por meio da coleta de informações a partir de múltiplas perspectivas. Aqui, conjugou-se o emprego de entrevista e questionários, analisando-se os dados quantitativos sob as lentes do que está no inquérito efetuado com os participantes, tal qual se preconiza para estudos de intervenção [PARANHOS, FIGUEIREDO FILHO, ROCHA, SILVA JÚNIOR, FREITAS, 2016]. Em termos gerais, a combinação de análise qualitativa e quantitativa realizada nesta investigação segue o modelo misto designado como convergente paralelo, cuja pretensão é obter um processo mais ágil e confiável de associação e comparação de dados, instando-os quase que concomitantemente.

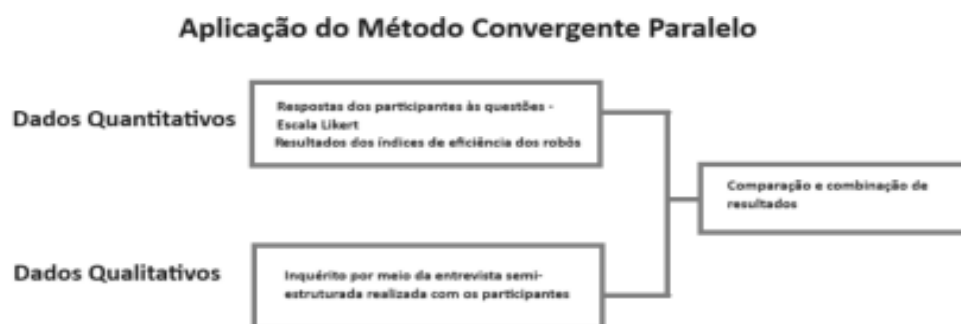


Figura 1. Esquema do método empregado na pesquisa

Os dados referentes aos desempenhos dos protótipos são obtidos a partir da análise algorítmica efetuada pela plataforma, em que se procura averiguar a maximização da pontuação conseguida por eles durante a sua atuação no cenário frente ao tempo gasto para realizá-la. A plataforma estabelece para cada atuação um valor numérico de 0 a 100 denominado Índice de Eficiência, com o qual é possível comparar cada atuação. Apresentamos, na Tabela 1, os desempenhos dos robôs da USAC (coletados da plataforma: <http://torneiojrobotica.org/TORNEO-2021-RESULTADOS/>):

Tabela 1. Dados de desempenho dos protótipos de robôs das equipes USAC

Protótipos de Robôs - USAC				
Nome do Protótipo	Desafio	Vídeo da Performance	Índice de Eficiência	Classificação
Hércules	Resgate no Plano	https://youtu.be/-bY7rk1u-tI	94,89795918	Segundo Lugar
Match 5	Corrida de Carros Autônomos	https://youtu.be/IT-22tKQMIc	97,80794925	Primeiro Lugar
Gladiador	Sumô	https://youtu.be/-rDQyjSTq9U	40,14939309	Primeiro Lugar
Botcon	Sumô	https://youtu.be/SdYTOU-TjBjI	39,02894491	Segundo Lugar
G2	Sumô	https://youtu.be/pGhEbMh58po	35,71874597	Terceiro Lugar

A escala do Índice de Eficiência é centígrada e possui parâmetros que

estabelecem os limites inferiores e superiores, respeitando os maiores e menores escores históricos. Dessa forma, os índices 94,89795918 e 97,80794925 são altos valores para a competição e, igualmente, para a série histórica de participantes através da plataforma, enquanto os índices 40,14939309; 39,02894491 e 35,71874597 são altos valores para a competição, contudo não o são para a série histórica. Estes resultados mostram que há, subjacente ao processo de compreensão das regras do jogo, uma curva de aprendizagem percorrida pelas várias equipes, levando-as até pontos de *expertise* distintos: algumas tornaram-se proficientes para encontrar soluções de alto desempenho, outras obtiveram resultados historicamente regulares.

Aquelas equipes ditas proficientes compreenderam o metajogo do desafio escolhido, buscando, assim, fatores capazes de garantir ao protótipo vantagens competitivas frente aos demais. A rapidez com que assimilaram o metajogo do desafio permite-nos inferir que essas equipes usufruíram de um processo comunicativo bastante eficiente, com o qual puderam se instruir para praticar e comparar as suas soluções integradas no protótipo.

Para melhor compreender essa situação, aplicou-se um questionário a um grupo de 27 professores participantes da plataforma. As questões foram elaboradas em escala Likert de 5 pontos, para as quais as respostas possíveis distribuíram-se nas alternativas [Discordo totalmente]; [Discordo]; [Neutro]; [Concordo]; [Concordo totalmente]. Foram escolhidos os professores como sujeitos da pesquisa em virtude da facilidade de acesso a esse grupo, posto que, durante a pandemia, havia grande dificuldade para contatar os alunos. A seguir, apresentamos as perguntas e suas respectivas respostas:

1. Empregar uma plataforma que deixa disponíveis os vídeos de atuação dos robôs em desenvolvimento é útil para auxiliar o trabalho de equipes ainda não experientes, por mostrar o que se espera com o produto do projeto proposto. Respostas: [Discordo totalmente=0]; [Discordo= 0]; [Neutro=5]; [Concordo=12]; [Concordo totalmente=10]

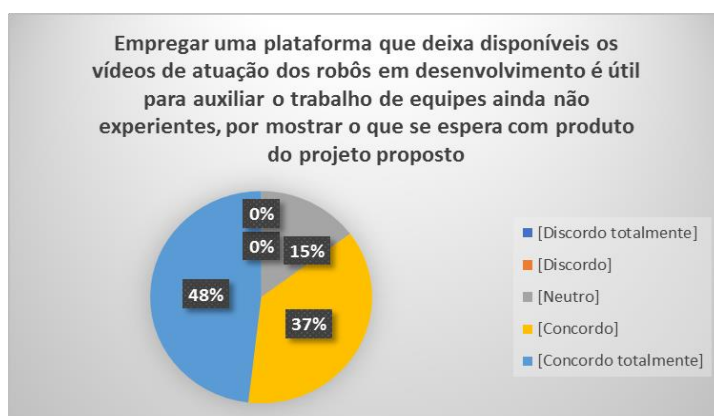


Figura 2. Gráfico da distribuição referente à questão 1

2. Empregar uma plataforma que deixa disponíveis os vídeos de atuação dos robôs em desenvolvimento é útil para que se possa solicitar fomento. Respostas: [Discordo totalmente=0]; [Discordo= 0]; [Neutro=7]; [Concordo=9]; [Concordo totalmente=11]

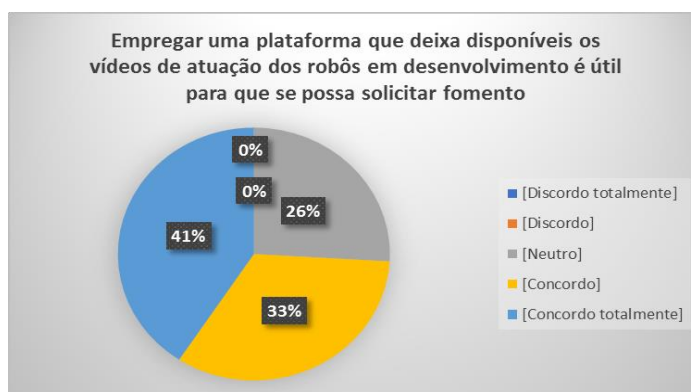


Figura 3. Gráfico da distribuição referente à questão 2

3. Empregar uma plataforma que deixa disponíveis os vídeos de atuação dos robôs e informe um índice de eficiência é útil para instigar o trabalho dos alunos. Respostas: [Discordo totalmente=0]; [Discordo= 0]; [Neutro=5]; [Concordo=9]; [Concordo totalmente=13]

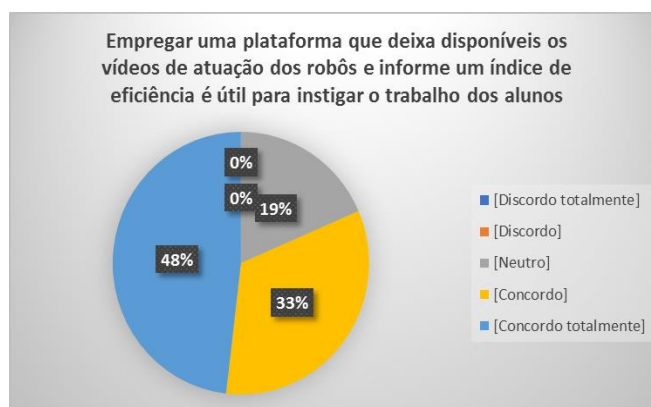


Figura 4. Gráfico da distribuição referente à questão 3

As respostas obtidas permitem afirmar que a velocidade no percurso da curva de aprendizagem é acelerada pelo emprego da plataforma e pelo seu conteúdo informacional referente aos demais projetos ali depositados em vídeos.

Uma entrevista semiestruturada (gravada durante o Simpósio ISYTECH 2021 e registrada em <http://torneiojrobotica.org/AUDIOVISUAL-PANEL/>, disponível, também, em <https://youtu.be/omGUQAYNulg>) realizada com três participantes que se dispuseram a realizá-la, ao serem convidados a gravar um depoimento sobre as dificuldades enfrentadas, revelou que: 1. o curto prazo para o desenvolvimento do projeto e para a produção do protótipo foi um sério obstáculo que impediu muitas equipes de seguirem em frente com os seus planos; 2. essa dificuldade pôde ser transposta por alguns grupos por conta do contato regular com a organização, dirimindo as dúvidas quando estas surgiram; 3. os estudantes conseguiram melhor compreensão dos desafios devido à visualização dos vídeos disponíveis na plataforma, nos quais havia protótipos de outras equipes inscritas atuando sobre os mesmos desafios que lhes era de interesse participar; 4. o apoio da universidade foi deveras importante para que existissem recursos em tempo hábil de concluírem os robôs para as provas.

6. Considerações finais

As equipes da USAC que conseguiram completar o projeto no prazo de dois meses superaram os obstáculos produtivos oriundos da inexperiência, do pequeno prazo disponível para a aquisição de recursos e de todas as outras dificuldades resultantes dos cuidados sanitários que restringiam ao mínimo necessário o convívio entre os participantes das equipes. Ainda assim, os Índices de Eficiência de seus protótipos, calculados por meio do algoritmo da plataforma que relaciona a pontuação oriunda dos objetivos alcançados e o tempo de execução, colocaram esses protótipos entre os três melhores desempenhos na competição *online* da qual participaram (Gran Torneo de Robots - TORNEO).

O relato da entrevista mostra que, em termos gerais, o planejamento pedagógico que inclui projetos como atividade preponderante para a aprendizagem dos alunos deve resguardar a qualidade de comunicação interna e externa durante todo o processo.

Essa comunicação é crucial para que se mantenham claros os requisitos, as especificações técnicas e funcionais, bem como os parâmetros de desempenho dos protótipos, a partir dos quais será aquilatada a qualidade. Portanto, plataformas como a RoboLeague que oferecem análise de performance de protótipos de robôs fundamentadas no balizamento por Índices de Eficiência, mostram-se, como assinalado na entrevista e nos inquéritos do questionário, úteis para promover a divulgação dos desempenhos de protótipos que sejam construídos sob a orientação de um edital claro, permitindo dar transparência à avaliação das competências desses robôs.

Esta pesquisa mostra que esse tipo de ferramenta permite tanto um melhor desempenho formativo dos alunos quanto justifica o fomento já angariado e outras tantas formas de apoio de que necessitarão em oportunidades futuras, garantindo-se o prosseguimento de suas atividades e estimulando-se o ingresso de novos interessados para integrar as suas fileiras de multiplicadores do ensino e pesquisadores.

7. Referências

- Alimisis, D. A. G. B. (2014). "Robotics in Physics: fostering graphing abilities in kinematics". *In: Obdržálek, D. (ed.) Proceedings of the 4rd International Workshop Teaching Robotics, Teaching With Robotics & 5th International Conference Robotics in Education. Padova, Itália.*
- Arís, N.; Orcos, L. (2019). "Educational Robotics in the Stage of Secondary Education: Empirical Study on Motivation and STEM Skills". *Educ. Sci.* 2019, 9, 73.
- Bazylev, D., Margun, A., Zimenko, K., Kremlev, A., Rukujzha, E. (2014). "Participation in Robotics Competition as Motivation for Learning". *Procedia - Social and Behavioral Sciences.* v. 152, 2014.
- Breuch, B., Fislake, M. (2018). "Bringing Educational Robotics into the Classroom". *In: Lepuschitz, W., Merdan, M., Koppensteiner, G., Balogh, R., Obdržálek, D. (eds) Robotics in Education. RiE 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, v. 829. Springer.*
- Clemente, A. O. (2017). "Laboratório de Desafios, uma Metodologia para Ensino e Aprendizagem de Conceitos de Gestão nas Áreas das Engenharias: CHALLENGE LAB". Dissertação de mestrado. UNICAMP, São Paulo.
- Eguchi, A. (2016). RoboCupJunior for promoting STEM education, 21st century skills, and technological advancement through robotics competition. *Robotics and Autonomous Systems, v. 75, n. pb, p. 692-699, jan.*
- Eguchi, A. (2017). Bringing Robotics in Classroom. *In: KHINE, M. S. Robotics in STEM*

Education: Redesigning The Learning Experience. Springer.

- Fornaza, R.; Webber, C. G. (2014) “Robótica Educacional Aplicada à Aprendizagem em Física”. *RENTE*, v. 12, n. 1, julho.
- Gibeault, S., Gomez, F., Iorio, J. D., Santillan, J. D., Shen, H., Tufenkjian, M. (2019). “Practical Application of Robotics Competition for STEM Education”. American Society for Engineering Education.
- Jiea, P. Y., Hussin, H., Chuan, T. C., Ahmad, S. S. S. (2019) “Robotics Competition-Based Learning for 21st Century STEM Education”. *Semantic Scholar: 1985-7012* v. 12, n. 1 January – June.
- Jorge, C. H. Uma experiência da Robótica Educacional: a solução do desafio Rescue Line para os alunos do Ensino Fundamental. (2019). Dissertação de Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional (PROFEMAT). São Gonçalo, Rio de Janeiro: UERJ.
- Leite, D. L. F. (2021). Desenvolvimento de uma proposta pedagógica para o ensino da cinemática através da robótica educacional. Dissertação de mestrado (Programa de Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física). São Luís, Maranhão: UFMA.
- Lima, J. R. T. de. (2018). Robótica educacional no ensino de física: contribuições da engenharia didática para a estruturação de sequências de ensino e aprendizagem. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências). Universidade Federal Rural de Pernambuco.
- Paranhos, Figueiredo Filho, Rocha, Silva Júnior, Freitas. “Uma introdução aos métodos mistos”. *Interfaces. Sociologias* 18. May – Aug. 2016
- Salzman, N., Strobel, J. (2011). “Motivations and Benefits for College Students Serving as Mentors in a High School Robotics Competition”. *School of Engineering Education Graduate Student Series*, paper 26. Indiana: Purdue University.
- Zhang, Y., Lu, Y., Bao, X., & Chiang, F. K. (2022). “Impact of participation in the World Robot Olympiad on K-12 robotics education from the coach's perspective”. *STEM Education*, 2(1), 37.
- Zuhrie, M. S., Buditjahjanto, I. G. P., Nurlaela, L., Basuki, I. (2020). “Do educational robotics competitions impact students’ learning?” *Journal of Physics: Conference Series*, v. 1810 - The 3rd International Conference on Vocational Education and Technology (IConVET), 7 November 2020, Bali, Indonesia.