

Metodologia Extensionista para o Ensino de Futebol de Robôs

Higor Santos de Jesus* João Augusto M. Peixoto de Jesus*
Anderson dos Santos* André Luiz C. Ottoni*
João Carlos N. Bittencourt* Paulo Fábio F. Rocha*

* *Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas (CETEC),
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), BA, Brasil
(e-mails: higor-sj@hotmail.com, joao_augustomoura@hotmail.com,
anderson.07@outlook.com, andre.ottoni@ufrb.edu.br,
joaacarlos@ufrb.edu.br, pfabio.rocha@ufrb.edu.br).*

Abstract: Robotics is a fundamental field for technological advance, presenting itself as a challenging area of teaching, research and university extension. An important initiative for the development of robotics and artificial intelligence is the robot soccer, promoted by the RoboCup Federation and other institutions, such as IEEE. Toward this, the goal of this paper is to present a university extension program methodology towards robot soccer teaching. Such a methodology is detailed in a sequence of steps, ranging from the development of the teaching material, through the training of the participants to the realization of a robot soccer competition. The results analyzed from the questionnaires applied at the end of the course, demonstrated a high level of satisfaction by the participants regarding the classes taught and the didactic material developed.

Resumo: A robótica é uma campo fundamental para o avanço tecnológico, se apresentando como uma desafiadora área de ensino, pesquisa e extensão. Uma importante iniciativa para o desenvolvimento da robótica e inteligência artificial é o futebol de robôs, promovido pela *RoboCup Federation* e outras instituições, como IEEE. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de metodologia extensionista para o ensino de futebol de robôs. A metodologia é detalhada em uma sequência de etapas, que vão desde o desenvolvimento do material didático, passando pelo treinamento dos participantes até a realização de uma competição de futebol de robôs. Os resultados analisados a partir dos questionários aplicados ao final do curso, demonstraram um alto nível de satisfação por parte dos participantes em relação as aulas ministradas e ao material didático desenvolvido.

Keywords: Robotics; Robot soccer; Artificial intelligence; RoboCup; Teaching.

Palavras-chaves: Robótica, Futebol de robôs, Inteligência artificial, RoboCup, Ensino.

1. INTRODUÇÃO

A robótica é uma campo fundamental para o avanço tecnológico, sendo destacada como uma desafiadora área de ensino, pesquisa e extensão, por promover a necessidade de integrar novas tecnologias (Barrientos et al., 2007; Pinto, 2019; Pêgo et al., 2015; Valdiero and Goergen, 2019; de Souza et al., 2019; Guarenti and Ribeiro, 2019). Além disso, a robótica se apresenta em diferentes subáreas, tais como: manipuladores, móvel, autônoma, inteligente, industrial, educacional, entre outras (Garcia et al., 2019; da Silva Filho, 2015; Goulart et al., 2015; Matarić, 2014; Almeida et al., 2019).

A robótica móvel se destaca por proporcionar diferentes aplicações na sociedade (Romero et al., 2014). Nesse aspecto, Romero et al. (2014) descreve existir um futuro promissor em aplicações domésticas, industriais, urbanas, militares, segurança e defesa civil. Dessa forma, constata-se a grande importância de fomentar a pesquisa e desenvolvimento nos ramos que a englobam, tais como a mecânica, elétrica, computação e suas diferentes sub-áreas.

Uma importante iniciativa para o desenvolvimento da robótica móvel e Inteligência Artificial (IA) é o futebol de robôs, promovido pela *RoboCup Federation* (Osawa et al., 1996; Kitano et al., 1997). Essa conjuntura engloba diversos ramos, tais como princípios de agentes autônomos, colaboração multiagente, tomada de decisão, raciocínio em tempo real, fusão de sensores e visão computacional (Osawa et al., 1996; Ottoni et al., 2015; Mahmudi et al., 2019; Rodriguez et al., 2019). Além disso, a relação existente em sistemas multiagentes, exige a necessidade de adaptação à um ambiente dinâmico e obstrutivo, fazendo-se necessário o projeto de um mecanismo que tome decisões de maneira rápida, flexível e cooperativa (Kitano et al., 1997; Pérez et al., 2019; Holz et al., 2019). Dentro desse contexto, o futebol de robôs apresenta-se como uma importante plataforma para o ensino de robótica e IA, por meio de atividades extensionistas.

Na literatura, vários autores relatam a adoção da robótica em práticas de extensão (Reis et al., 2011; Lopes et al., 2015; Reis et al., 2015; Duarte et al., 2019; de Souza et al., 2019). Diante das iniciativas com a rede pública, o trabalho

de Reis et al. (2015) alcançou resultados importantes ao trabalhar com turmas dos ensinamentos fundamental e médio, utilizando a plataforma Logo, Kits LEGO® e plataformas Arduino. Os trabalhos de Lima et al. (2018) e Duarte et al. (2019), por sua vez, propuseram a utilização do *Robot Operating System* (ROS) como abordagem de ensino para a robótica, utilizando o Simulador V-REP e o Kit didático LEGO *Mindstorms*, respectivamente. No entanto, a literatura carece da estruturação de atividades de extensão com o futebol de robôs.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de metodologia extensionista para o ensino de futebol de robôs, adotando a categoria de Simulação 2D da *RoboCup* como ponto estratégico (de Boer and Kok, 2002; Chen et al., 2003; Henn et al., 2017; Prokopenko et al., 2018). A metodologia é detalhada em uma sequência de etapas, que vão desde o desenvolvimento do material didático, passando pelo treinamento dos participantes até a realização de uma competição de futebol de robôs.

O restante deste trabalho está dividido como segue: a Seção 2 apresenta detalhes sobre o futebol de robôs, com ênfase na categoria de simulação 2D; a Seção 3 relata trabalhos que estudaram práticas para o ensino de robótica; a Seção 4 apresenta a metodologia proposta para o ensino de futebol de robôs na categoria Simulação 2D; os resultados oriundos da experimentação do modelo proposto são apresentados na Seção 5. Por fim, a Seção 6 destaca as principais contribuições do trabalho e direciona trabalhos futuros.

2. FUTEBOL DE ROBÔS

Em 1997, um grupo de pesquisadores deu início a competição conhecida, atualmente, como *RoboCup*, a qual tem por principal objetivo aumentar o interesse pelas sub-áreas que constituem a robótica. Uma das aspirações dos seus fundadores é criar, até 2050, um time de robôs capaz de vencer a equipe campeã da Copa do Mundo da FIFA (Osawa et al., 1996; Kitano et al., 1997; Kitano et al., 1998).

Dentro da *RoboCup Soccer* existem várias categorias entre as temáticas de simulação e robôs físicos. A categoria de robôs físicos é dividida em quatro ligas: *Humanoid*, *Standart Platform*, *Middle Size*, *Small Size*. Por outro lado, a liga de simulação divide-se em duas categorias: 2D e 3D.

Na liga de futebol de robôs em duas dimensões (2D), cada equipe é composta por 11 agentes virtuais que operam em um ambiente simulado. A inteligência artificial é o principal campo de pesquisa no futebol 2D, com destaque para as seguintes áreas: aprendizado de máquina, planejamento multiagente e tomada de decisão (de Boer and Kok, 2002; Henn et al., 2017; Prokopenko et al., 2018).

O simulador 2D da *RoboCup*, ilustrado na Figura 1 é composto por três ambientes: *Server*, *Monitor* e *LogPlayer* (Chen et al., 2003). O servidor é responsável por simular os movimentos dos jogadores (agentes) de ambos os times e da bola. O Monitor (Figura 1) permite a visualização do campo de jogo e as informações provenientes da partida, tais como placar, nomes dos times, tempo de jogo e posição dos jogadores e da bola (Chen et al., 2003). O *LogPlayer*

é responsável pela visualização de partidas gravadas em um arquivo de registro, o qual pode ser lido e interpretado (Chen et al., 2003).



Figura 1. Monitor do Simulador 2D da *RoboCup Soccer*.

Os robôs virtuais do simulador 2D são programas que se conectam tais como clientes ao servidor através do protocolo UDP. A sequência da comunicação cliente/servidor é dividida em três etapas: (1) cliente envia requisições para o servidor; (2) servidor recebe e armazena os pedidos para analisar as ações a serem executadas, como chutar e movimentar-se; e (3) o ambiente é atualizado. Os jogadores da categoria de simulação 2D possuem três tipos de sensores, responsáveis por informar sobre as condições de jogo (Chen et al., 2003):

- *Aural*: detecta as mensagens enviadas por outros agentes;
- *Visual*: detecta as informações visuais sobre o jogo, como a posição da bola e dos jogadores;
- *Body*: informa sobre as condições físicas de cada jogador, como energia e velocidade.

Além disso, os jogadores podem fazer as seguintes ações em campo:

- *Catch*: possibilita ao goleiro segurar a bola;
- *Dash*: é usado para aumentar a velocidade de corrida de um jogador;
- *Kick*: indica que o agente deve chutar a bola. Força e ângulo são os parâmetros que devem ser definidos nesta ação;
- *Say*: permite que o jogador envie mensagens a outros agentes;
- *Turn*: usado para alterar a direção de um agente;
- *Neck*: permite o agente girar o pescoço independente do corpo. A cabeça direciona o ângulo de visão do agente.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A robótica educativa ou robótica pedagógica é uma estratégia de exposição do conhecimento tecnológico. Por meio da utilização de componentes, montagem, simulação de problemas, o participante adquire conhecimento prático sobre a construção física e lógica dos robôs (Gomes et al., 2008).

Uma alternativa de ensino está na utilização de ferramentas computacionais que simulam a interação com dispositivos reais (Lima et al., 2018). Com o avanço tecnológico, a

educação ganhou uma importante peça para que o ensino alcançasse grandes resultados, neste contexto a robótica tem se apresentado como um dos fundamentos principais para o melhor aproveitamento dos estudantes envolvidos (de Souza Pio et al., 2006). Percebendo este cenário, pesquisadores e professores vêm desenvolvendo trabalhos que incluem a adesão da robótica como ferramenta, onde dentre eles alguns ganham relevância no cenário atual (Reis et al., 2015; Lopes et al., 2015; Lima et al., 2018; Duarte et al., 2019).

Reis et al. (2015) sugerem agregar aspectos da robótica e da inserção digital como meio de motivar alunos do ensino fundamental e médio de escolas públicas. Esse projeto se divide em três bases que envolvem o uso da linguagem Logo, dos kits de robótica Lego e a realização de competições regionais. Do qual, promoveu a inclusão digital, uma melhoria no desempenho escolar dentre os estudantes envolvidos, além da motivação e interesse pela engenharia e áreas afins, bem como o anseio por cursar o ensino superior.

Em (Lopes et al., 2015) foram propostos cursos de robótica educacional, divididos por ciclos, ou módulos, que vão do nível básico ao avançado, uma aplicação com caráter inclusivo, destinado a pessoas com deficiência. Cada ciclo pode ser cursado no período de dois, quatro ou seis meses. A definição desses períodos foi baseado na experiência obtida em projetos de extensão anteriores. A metodologia para implementação desse projeto consistiu-se em três etapas: seleção do público alvo, curso de robótica educacional e avaliação do projeto. Ao findar do mesmo, foi possível observar resultados importantes, tais como: melhora no comportamento e nas características de aprendizagem em estudantes com deficit de aprendizagem e esquizofrenia; a inclusão digital desses estudantes; e uma evolução na habilidade de trabalhar em equipe.

Trabalhos como esses supracitados, revelam a importância em aplicar atividades de extensão e robótica, de modo a promover resultados importantes para todos os envolvidos. Garantindo ser pertinente a aplicação de atividades como essa, no âmbito do futebol de robôs.

4. METODOLOGIA

A metodologia extensionista para o ensino de futebol de robôs, proposta neste trabalho, é baseada em estratégias abordadas na literatura (Reis et al., 2015; Lopes et al., 2015; Duarte et al., 2019; de Souza et al., 2019) e dividida nas seguintes etapas:

- (1) Desenvolvimento de material didático.
- (2) Divulgação do projeto em escolas e para estudantes da UFRB.
- (3) Seleção dos estudantes.
- (4) Treinamento dos participantes.
- (5) Realização da competição de futebol de robôs.

Em seguida, cada dessas fases é detalhada.

4.1 Desenvolvimento de material didático

O desenvolvimento do material didático consistiu em contemplar os seguintes temas de aulas:

- Introdução ao futebol de robôs.
- Introdução a lógica de programação.
- Introdução a programação com C++.
- Comandos básicos em Linux.
- Comandos básicos no simulador de futebol 2D.
- Desenvolvimento de estratégias para a competição.

Dessa maneira, foi elaborada uma apostila contendo todos os conteúdos supracitados levando em consideração a estrutura e quantidade de aulas do treinamento dos participantes do projeto. O material didático desenvolvido foi disponibilizado na seguinte URL: <https://bit.ly/2Lmz5x4>, tornando possível a utilização do mesmo como modelo de aprendizado, por aqueles que não puderam participar do projeto.

4.2 Divulgação do projeto

Os integrantes do projeto realizaram a divulgação do curso de extensão e da competição de futebol de robôs em duas instituições da rede pública na cidade de Cruz das Almas (BA): Colégio Estadual Luciano Passos (CELUP) e Centro Territorial De Educação Profissional Recôncavo II Alberto Torres (CETEP). Essas duas instituições possuem estudantes do primeiro ao terceiro ano do ensino médio. Além disso, foi promovida uma palestra sobre futebol de robôs na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). A palestra contou com a participação de estudantes das Engenharias e do Bacharelado em Ciências Exatas e Tecnológicas (BCET).

Nesses momentos foi possível destacar a importância de estudar robótica e o desenvolvimento de ciência e tecnologia. Enfatizando assim como o desafio do futebol de robôs pode contribuir para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos participantes.

4.3 Seleção dos estudantes

Após a divulgação do projeto, foi possível iniciar o processo de inscrição dos interessados. Nesse aspecto, foram distribuídas 40 vagas, divididas em duas turmas: alunos do ensino médio e estudantes de graduação do BCET/Engenharias. Para compor a turma do ensino médio foram selecionados 10 alunos de cada escola participante (CETEP e CELUP). Além disso, 20 vagas foram destinadas para alunos da UFRB.

A seleção dos participantes, foi baseada na avaliação do formulário de inscrição, munido de critérios importantes, tais como: interesse em participar do projeto e motivação de se trabalhar em grupo. A partir das respostas coletadas de cada inscrito, os organizadores do projeto puderam selecionar, aqueles que obtiveram melhores médias.

4.4 Treinamento dos participantes

O curso de futebol de robôs simulado foi estruturado em oito aulas, com duração de duas horas cada. O módulo de Introdução ao futebol de robôs foi proposto para ser explicado em uma aula. Nessa aula, foram apresentados conceitos gerais do curso e também informações gerais sobre robótica e as categorias de competição da *RoboCup*.

A programação Logo, foi adotada para o ensino de introdução a lógica de programação. Esse módulo foi a base

para desenvolvimento do raciocínio lógico e sequencial dos alunos. Assim, nessa etapa foram apresentados exemplos/exercícios, tal qual demonstra o exemplo do fluxograma da Figura 2.

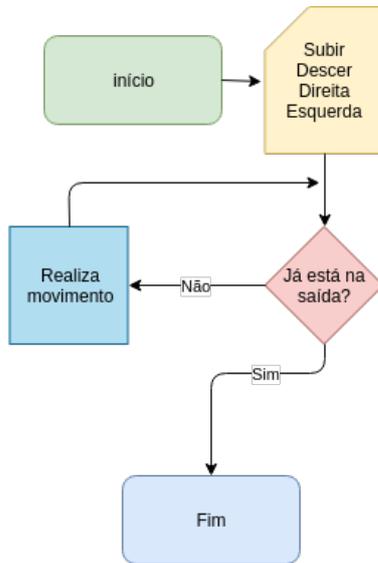


Figura 2. Fluxograma de exemplo trabalhado na aula de Introdução a lógica de programação.

Em seguida, foram utilizadas duas aulas para o ensino de conceitos básicos da linguagem de programação C++. A linguagem C++ é utilizada para definir as estratégias de jogo de cada time no simulador 2D de futebol de robôs. Nesse aspecto, foram apresentadas informações sobre declaração de variáveis, funções, estruturas condicionais, vetor e matriz.

Na sequência, foram apresentados os comandos básicos do sistema operacional GNU/Linux e do simulador utilizado (1 aula). Nesse módulo, os estudantes familiarizaram-se com o sistema operacional (distribuição GNU/Linux Ubuntu) e a sequência de passos para a execução de uma partida de futebol de robôs simulado: abrir o terminal, abrir o monitor, preparar um time para uma partida, acessar a pasta do time, compilar uma estratégia, inserir um time em campo e iniciar uma partida.

As aulas do simulador 2D, organizada em três encontros, foram elaboradas de maneira, que os participantes pudessem utilizar-se dos conhecimentos adquiridos nos módulos anteriores. Além disso, foram trabalhadas as principais funcionalidades dos times de futebol de robôs simulado, tais quais: passe, drible, formação, chute, ataque e defesa de cada time. As turmas foram divididas em equipes de três integrantes, totalizando seis times por turma, para se enfrentarem no campeonato.

Vale destacar também a utilização da plataforma de aprendizado baseada em jogos *Kahoot*¹ em todas aulas (Dellos, 2015). Essa plataforma permite realizar, de forma lúdica, jogos de perguntas e respostas quem possibilitaram fixar os temas estudados durante os módulos.

Na Figura 3, podem ser observadas ambas turmas durante as aulas.



(a) BCET/Engenharias.



(b) Ensino Médio.

Figura 3. Treinamento dos participantes.

4.5 Realização da competição de futebol de robôs

A última etapa da metodologia proposta consistiu na realização de uma competição de futebol de robôs. O campeonato ocorreu como uma das atividades do I Seminário de Robótica da UFRB², realizado nos dias 21 e 22 de novembro de 2019. Durante o evento, foram realizados 18 jogos de futebol de robôs simulado 2D, disputados por 12 equipes, divididas nas duas categorias dos participantes: Ensino Médio e BCET/Engenharias.

Os preparativos para o campeonato tiveram início na etapa de treinamento, na qual cada equipe trabalhava em seus próprios times. O objetivo foi enviar a versão final dos mesmos até o dia 19 de Novembro de 2019, dois dias antes da realização do campeonato. As partidas foram sendo realizadas de acordo com uma tabela de jogos, previamente definida, de modo a garantir o avanço paralelo de ambas categorias: BCET/Engenharias e Ensino Médio.

Durante o evento também foram organizadas palestras com temas aliados com a robótica, tais como: manipuladores robóticos, veículos autônomos e aprendizado de máquina. Além disso, foi realizado um *workshop* de visão computacional. Dessa forma, além da competição, os participantes do projeto puderam ter contato com conteúdos relevantes para a área da robótica. A Figura 4 destaca alguns momentos de participantes durante a competição.

5. RESULTADOS

Os resultados deste trabalho foram analisados em duas etapas. A avaliação inicial busca verificar os números de participantes da fase de seleção dos estudantes, de modo a validar o interesse dos estudantes em participar do projeto.

¹ <https://kahoot.com/>

² www.ufrb.edu.br/ufrbots



(a) BCET/Engenharias.



(b) Ensino Médio.

Figura 4. Estudantes durante o campeonato de futebol de robôs.

Em seguida, é apresentada a avaliação da metodologia proposta, no qual, são analisados fatores como, adequação do material didático desenvolvido, aferição após o treinamento e a realização do campeonato de futebol de robôs.

5.1 Avaliação inicial

Esta seção busca avaliar o impacto das etapas de divulgação do projeto e seleção dos estudantes. A Figura 5 apresenta a relação entre número de inscritos e a quantidade de vagas para cada turma do curso: BCET/Engenharias e Ensino Médio. Todavia, a divulgação do projeto consistiu em apenas alcançar o número de estudantes necessários para o preenchimento das vagas. A direção e professores da escola CELUP selecionaram dez estudantes. Já no CETEP, a decisão tomada pelo escola e projeto foi outra, onde os estudantes interessados de uma turma do primeiro ano foram submetidos a um formulário de seleção. Se fez necessária essa abordagem, por conta da inviabilidade de permitir a inscrição de uma quantidade massiva de estudantes de um colégio para preencher apenas dez vagas.

A partir da análise da Figura 5, é possível observar que em ambas as turmas houveram mais inscritos do que vagas disponíveis, apesar da divulgação das vagas consistir em uma abordagem restrita ao número das mesmas. Esse fato evidencia a carência por atividades de robótica dentro das etapas de formação estudantil, bem como evidencia o interesse por parte dos estudantes. Vale destacar a categoria de Ensino Médio, no qual, o número de inscritos foi 75% maior em relação ao quantitativo de vagas. Isso demonstra que, há um potencial interesse pelas ciências exatas que precisa ser fomentada a partir de ações extensionistas no Ensino Médio. Além disso, reforça a necessidade

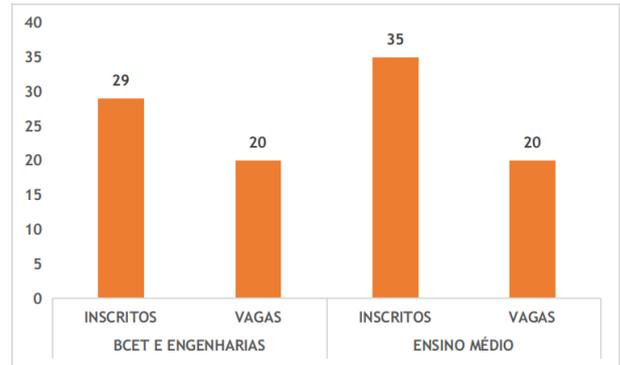


Figura 5. Quantidade de inscritos em relação ao número de vagas.

da inclusão desse tipo de conteúdo dentro do itinerário formativo desses estudantes. Dentre os fatores que favoreceram o interesse desses estudantes, destaca-se o fato dos participantes do CETEP serem oriundos de um curso de nível médio técnico profissionalizante. Tais estudantes, de maneira geral, apresentam uma maior maturidade na tomada de decisão, além de apresentarem maior nível de interesse para o aprendizado de conteúdos relacionados à ciência, tecnologia e engenharia.

5.2 Avaliação da metodologia proposta

Esta seção apresenta uma análise da metodologia proposta, sob o ponto de vista da sua primeira execução. Tendo em vista analisar os aspectos positivos e negativos da metodologia, foi proposto um formulário de avaliação contendo nove questões acerca do projeto. Ao finalizarem o curso, os participantes foram convidados a responder um formulário de avaliação em uma consulta anônima.

As perguntas foram apresentadas com alternativas enumeradas de 1 a 5, onde 5 é a nota máxima e 1 é a nota mínima. As questões do formulário são apresentadas em seguida:

- P1** - Seu interesse por robótica aumentou?
- P2** - O curso aumentou seu interesse em ingressar na área de ciências exatas e engenharias?
- P3** - As aulas foram claras e didáticas?
- P4** - Nota para aula de programação Logo.
- P5** - Nota para aulas de linguagem C.
- P6** - Nota para aula de comandos GNU/Linux.
- P7** - Nota para aulas de futebol de robôs.
- P8** - Nota com relação ao material didático.
- P9** - Nota geral do curso.

A partir das respostas dos estudantes, a média geral para cada item avaliado foi calculada. A Tabela 1 apresenta uma sistematização desses resultados (valores convertidos para escala de 0 à 10). É possível observar que sete dos itens avaliados obtiveram média acima de 80%. Apenas as perguntas P1 e P2, quanto ao aumento de interesse sobre robótica e por ciências exatas/engenharias, alcançaram notas abaixo de 8,0.

Tabela 1. Resultado da avaliação da metodologia proposta em consulta voluntária.

Item avaliado	Nota
P1 Interesse por robótica	7,4
P2 Interesse por ciências exatas	7,4
P3 Aulas claras/didáticas	8,6
P4 Aulas de introdução a programação	9,2
P5 Aulas de C++	9,2
P6 Aula de comandos linux	8,4
P7 Aulas de futebol de robôs	9,4
P8 Material didático	9,2
P9 Nota geral do curso	9,2

Vale ressaltar os resultados específicos das aulas (P3 à P7). Os módulos de Introdução à lógica (P4) e C++ (P5) obtiveram nota de 9,2, revelando alta satisfação dos estudantes com o ensino e aprendizado de conceitos teóricos e práticos de programação. Destaque também para as aulas da temática futebol de robôs (P7), alcançando a nota de 9,4, figurando como a maior nota na avaliação entre todas as questões respondidas. Nesse sentido, o resultado referente à P7 revela, que a plataforma adotada para o ensino de futebol de robôs apresentou boa aceitação por parte dos participantes. Além disso, verifica-se que a sequência de etapas da metodologia, proporcionou aos participantes os fundamentos necessários para o desenvolvimento dos times de futebol de robôs simulado.

Finalmente, os resultados das perguntas P8 e P9 (notas de 9,2) revelam a satisfação dos participantes com relação ao material didático desenvolvido e com o curso proposto. Esses dois itens são importantes, pois o material didático foi disponibilizado em formato digital e poderá ser utilizado e adaptado por outras instituições.

Além desses parâmetros avaliados, as turmas obtiveram desempenho distinto ao decorrer do projeto de extensão. Houve a desistência de 5% dos estudantes para a turma do Ensino Médio e 30% do BCET/Engenharias. Essa ocorrência implicou diretamente no desenvolver da competição, onde se fez necessária a inclusão de um time reserva para cobrir o desfalque causado no grupo dos estudantes da graduação. Esse fato evidencia um melhor rendimento dos estudantes do ensino médio, dos quais demonstraram um maior engajamento e entusiasmo durante as etapas supracitadas.

6. CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi apresentar uma metodologia extensionista para o ensino de futebol de robôs, dentro da perspectiva de cursos de nível médio e de graduação. Nesse sentido, foi proposta uma sequência de etapas, as quais consistiram no desenvolvimento do material didático até o treinamento dos participantes em aulas práticas de programação e robótica.

Os resultados, analisados a partir dos questionários aplicados ao final do curso, demonstraram um alto nível de satisfação por parte dos participantes com as aulas ministradas.

Além disso, a partir dos resultados de avaliação do material desenvolvido e da nota geral do curso é possível perceber a adequação do conteúdo e da metodologia proposta com o nível de conhecimento dos estudantes.

Nota-se, portanto, a importância de projetos de ensino e extensão que considerem os avanços tecnológicos como peça fundamental para o estímulo ao desenvolvimento da ciência e engenharia no Brasil. A partir do desenvolvimento deste trabalho, espera-se ampliar as práticas para o ensino de futebol de robôs com a inclusão de elementos referentes a sistemas microcontrolados e eletrônica. Neste contexto, é possível fazer uso de dispositivos tais como Arduino, Raspberry Pi, dentre outros dispositivos desenvolvidos com o intuito de promover o ensino de ciência e tecnologia para indivíduos de diferentes faixas etárias e classes socioeconômica. Além disso, é possível ainda trabalhar com o ensino de técnicas de inteligência artificial, tais quais aprendizado por reforço, algoritmos genéticos e lógica fuzzy.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UFRB e PROEXT/UFRB (Editais nº 02/2019/PIBEX e nº 03/2019/Eventos).

REFERÊNCIAS

- Almeida, J.A., Cruz, M.E.J.K.d., Schulz, J.M., and Müller, V. (2019). Inclusão digital de crianças e jovens por meio da robótica educacional. *Anais do Salão de Ensino e de Extensão*, 230.
- Barrientos, A., Peñin, L.F., Balaguer, C., and Aracil, R. (2007). *Fundamentos de robótica*, volume 2. McGraw-Hill Madrid.
- Chen, M., Dorer, K., Foroughi, E., Heintz, F., Huang, Z.X., Kapetanakis, S., Kostiadis, K., Kummeneje, J., Murray, J., Noda, I., Obst, O., Riley, P., Steffens, T., Wang, Y., and Yiny, X. (2003). *RoboCup Soccer Server (Users Manual)*. RoboCup Federation.
- da Silva Filho, A.M. (2015). Um passeio na robótica. *Revista Espaço Acadêmico*, 14(167), 128–129.
- de Boer, R. and Kok, J. (2002). *The incremental development of a synthetic multi-agent system: The uva trilearn 2001 robotic soccer simulation team*. Master's thesis, University of Amsterdam.
- de Souza, A.H.G., Pinheiro, A.M., Moraes, A.C., dos Santos, D.M.G., Zago, G.M.P., de Oliveira, S.C., and Mendes, V.F. (2019). Metodologias de ensino aplicadas à robótica educacional. *Anais do 14º Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2019)*.
- de Souza Pio, J.L., de Castro, T.H.C., and de Castro Júnior, A.N. (2006). A robótica móvel como instrumento de apoio à aprendizagem de computação. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 1, 497–506.
- Dellos, R. (2015). Kahoot! a digital game resource for learning. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 12(4), 49–52.
- Duarte, C.F.A., Amaral, I.F.S., Dutra, L.P.V., Júnior, G.P.C., Azpúrua, H., and Freitas, G.M. (2019). Utilização do Robot Operating System (ROS) em conjunto com o kit didático lego mindstorms no ensino de robótica

- móvel. *Anais do 14^o Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2019)*.
- Garcia, M.F., Ferreira, D., and da Costa, A.L. (2019). Projeto e concepção de uma plataforma para robótica cognitiva embarcada. *Anais do 14^o Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2019)*.
- Gomes, M.C., Barone, D.A.C., and Olivo, U. (2008). Kic-krobot: Inclusão digital através da robótica em escolas públicas do Rio Grande do Sul. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, volume 1, 410–419.
- Goulart, C., Valadão, C., Caldeira, E.M., and Bastos-Filho, T.F. (2015). Maria: um robô para interação com crianças com autismo. *XII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI)*, 557–562.
- Guarenti, C.A. and Ribeiro, L.O.M. (2019). Robótica educacional como objeto de aprendizagem: Oficinas para professores em formação. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, 10(1).
- Henn, T., Henrio, J., and Nakashima, T. (2017). Optimizing player’s formations for corner-kick situations in robocup soccer 2d simulation. *Artificial Life and Robotics*, 22(3), 296–300.
- Holz, D., Genter, K., Saad, M., and von Stryk, O. (2019). *RoboCup 2018: Robot World Cup XXII*, volume 11374. Springer.
- Kitano, H., Asada, M., Noda, I., and Matsubara, H. (1998). Robocup: robot world cup. *IEEE Robotics Automation Magazine*, 5(3), 30–36. doi:10.1109/100.728221.
- Kitano, H., Asada, M., Kuniyoshi, Y., Noda, I., Osawa, E., and Matsubara, H. (1997). Robocup: A challenge problem for AI. *AI magazine*, 18(1), 73–73.
- Lima, A.T., de Oliveira, I.F., Rodrigues, G.B., Domingues, J.D., Rocha, F.A.S., and Freitas, G.M. (2018). Utilização do Robot Operating System (ROS) em conjunto com o simulador v-rep no ensino da robótica. *Anais do Congresso Brasileiro de Automática 2018 (CBA 2018)*.
- Lopes, L., dos Santos, L.M.M., de Souza, L.F.F., Barroso, M.F.S., da Silva, C.V., Serpa, B.R., and Pereira, E.B. (2015). A robótica educacional como ferramenta multidisciplinar: um estudo de caso para a formação e inclusão de pessoas com deficiência. *Revista Educação Especial*, 28(53), 735–749.
- Mahmudi, H., Fatehi, A., Gholami, A., Moradi, M., Fathi, E., Sani, A.G., Rahmani, G., Mohafezatkar, A., Karimi, A., Rahmani, A., et al. (2019). MRL team description paper for humanoid teensize league of robocup 2019. *Mechatronics Research Lab, Department of Computer and Electrical Engineering, Qazvin Islamic Azad University, Qazvin, Iran*.
- Matarić, M.J. (2014). *Introdução à robótica*. Editora Blucher.
- Osawa, E., Kitano, H., Asada, M., Kuniyoshi, Y., and Noda, I. (1996). Robocup: The robot world cup initiative. 9–13.
- Otoni, A.L.C., Oliveira, M., Nepomuceno, E.G., and Lamperti, R.D. (2015). Análise do aprendizado por reforço via modelos de regressão logística: Um estudo de caso no futebol de robôs. *Revista Junior de Iniciação Científica em Ciências Exatas e Engenharia*, 1(10), 44–49.
- Pêgo, J.M.T., Carvalho, J.C.M., and Gonçalves, R.S. (2015). Estudo de uma nova estrutura robótica paralela combinada. *Blucher Mathematical Proceedings*, 1(1), 159–168.
- Pérez, A., Pertuz, V., Leiva, M., and Vega, A. (2019). Elementos estructurales y funcionales de los sistemas multi-agente para la cooperación organizacional en medianas empresas. *Información tecnológica*, 30(4), 155–164.
- Pinto, C.A.S. (2019). *A Gestão do Conhecimento e a Inteligência Colaborativa Em Ambientes de Aprendizagem. Um Estudo a Partir da Oficina de Robótica Educacional no Colégio Militar do Rio de Janeiro*. Ph.D. thesis, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca.
- Prokopenko, M., Wang, P., Marian, S., Bai, A., Li, X., and Chen, X. (2018). Robocup 2d soccer simulation league: Evaluation challenges. In H. Akiyama, O. Obst, C. Sammut, and F. Tonidandel (eds.), *RoboCup 2017: Robot World Cup XXI*, 325–337. Springer International Publishing, Cham.
- Reis, G.L., Sousa, M.V., Souza, L.F., Almeida, V.M., Barroso, M.F., Nepomuceno, E.G., and Amaral, G.F. (2011). Integração entre ensino médio e engenharia por meio de atividades extensionistas na área de robótica e inclusão digital. In *XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, volume 3.
- Reis, G.L., Souza, L.F.F., Barroso, M.F.S., Pereira, E.B., Nepomuceno, E.G., and Amaral, G.F. (2015). A relevância da integração entre universidades e escolas: um estudo de caso de atividades extensionistas em robótica educacional voltadas para rede pública de ensino. *Interfaces-Revista de Extensão da UFMG*, 2(3), 52–76.
- Rodriguez, D., Farazi, H., Ficht, G., Pavlichenko, D., Brandenburger, A., Hosseini, M., Kosenko, O., Schreiber, M., Missura, M., and Behnke, S. (2019). Robocup 2019 adultsized winner nimbro: Deep learning perception, in-walk kick, push recovery, and team play capabilities. In *Robot World Cup*, 631–645. Springer.
- Romero, R.A., Prestes, E., Osório, F., and Wolf, D. (2014). Robótica móvel. *São Paulo: LTC*.
- Valdiero, A.C. and Goergen, R. (2019). A importância da modelagem matemática na engenharia: estudo de caso de robótica para reabilitação. In *VIII Congresso de Professores do Ensino Superior da Rede Sinodal*, volume 1.