

## ENSINO DE ROBÓTICA MÓVEL ATRAVÉS DA REALIZAÇÃO DE UM HACKATHON EM ROS

*TEACHING MOBILE ROBOTICS THROUGH A HACKATHON IN ROS*

*ENSEÑAR ROBÓTICA MÓVIL A TRAVÉS DE UN HACKATHON EN ROS*

Alexandre DE OLIVEIRA JÚNIOR<sup>1</sup>, Heitor DUTRA DE ASSUMPÇÃO<sup>1</sup>,  
Jonas QUEIROZ<sup>1</sup>, Luis PIADI<sup>1</sup>, Paulo LEITÃO<sup>1</sup>, María-Eugenia PÉREZ-PONS<sup>2</sup>,  
Javier PRIETO<sup>2</sup>, Javier PARRA-DOMÍNGUEZ<sup>2</sup>

*<sup>1</sup> Research Centre in Digitalization and Intelligent Robotics (CeDRI), Instituto Politécnico de Bragança, Campus de Santa Apolonia, 5300-253 Bragança, Portugal*

{alexandrejunior, heitorassumpcao, jqueiroz, piardi, pleitao}@ipb.pt

*<sup>2</sup> BISITE Research Group, University of Salamanca, Edificio Multiusos I+D+i, 37007 Salamanca, Spain*

{eugenia.perez, javierp, javierparra}@usal.es

**ABSTRACT:** A robótica móvel é um campo que vem crescendo constantemente nos últimos anos, possuindo aplicações em diversas áreas como a indústria, agricultura, medicina, entre outros. Sendo o ROS uma das principais plataformas de desenvolvimento de softwares desta área e visando a disseminação do conhecimento destas tecnologias, foi proposto um hackathon para fomentar a aprendizagem em ROS e robótica móvel. A decisão por essa abordagem foi devido à dificuldade de novos usuários no primeiro contato com a plataforma, por possuir conceitos complexos e ausência de front-end, o primeiro contato com ROS é difícil, levando os novos usuários a desistência. Com isso, o ensino foi feito por meio deste evento - que é uma atividade imersiva e intensa para a solução de problemas na instância tecnológica, principalmente em programação. De

forma, que as primeiras barreiras fossem quebradas, o processo de aprendizagem facilitado e estimulasse os participantes a seguirem essa linha de pesquisa. O público alvo são estudantes de engenharia eletrotécnica, computação, mecânica e entusiastas em robótica. Neste paper será apresentada a estruturação do Hackathon, que compreende um nivelamento dos estudantes, para capacitá-los a programar as funcionalidades essenciais de um robô móvel e, por fim, o desafio robótico proposto. As etapas iniciais foram elaboradas com dificuldades que aumentaram progressivamente, iniciando com tarefas de controle básico de um robô simulado até o desafio de desenvolver uma navegação autônoma em um ambiente de simulação buscando uma fonte de gás cuja posição é desconhecida.

**KEYWORDS:** robotics; ROS; digital technologies.

**ABSTRACT:** Mobile robotics is a field that has been growing steadily in recent years, with applications in several areas such as industry, agriculture, medicine, among others. Since ROS is one of the main software development platforms in this area and aiming at the dissemination of knowledge of these technologies, a hackathon was proposed to promote learning in ROS and mobile robotics. The decision for this approach was due to the difficulty of new users in the first contact with the platform, because it has complex concepts and lack of front-end. The first contact with ROS is difficult, leading new users to give up. With that, teaching was done through this event - which is an immersive and intense activity for solving problems in the technological instance, especially in programming. Therefore the first barriers were broken, the learning process was facilitated and the participants were encouraged to follow this line of research. The target audience are students of electrical engineering, computing, mechanics and robotics enthusiasts. In this paper, the structuring of the Hackathon is presented, which comprises a leveling of the students, to enable them to program the essential functionalities of a mobile robot and, finally, the proposed robotic challenge. The initial stages were elaborated with difficulties that progressively increased, starting with tasks of basic control of a simulated robot until the challenge of developing an autonomous navigation in a simulation environment looking for a gas source whose position is unknown.

**KEYWORDS:** robotics; ROS; digital technologies.

RESUMEN: La robótica móvil es un campo que no ha dejado de crecer en los últimos años, teniendo aplicaciones en diversos ámbitos como la industria, la agricultura o la medicina, entre otros. Siendo ROS una de las principales plataformas de desarrollo de software en este ámbito y teniendo como objetivo la difusión del conocimiento de estas tecnologías, se propuso un hackathon para fomentar el aprendizaje en ROS y la robótica móvil. La decisión de este enfoque se debió a las dificultades que tenían los nuevos usuarios en el primer contacto con la plataforma, pues al tener conceptos complejos y ausencia de front-end, el primer contacto con ROS es difícil, llevando a los nuevos usuarios a desistir. Con esto, la enseñanza se hizo a través de este evento - que es una actividad inmersiva e intensa para la solución de problemas en el ámbito tecnológico, principalmente en la programación. En cierto modo, al romperse las primeras barreras, el proceso de aprendizaje facilitó y estimuló a los participantes a seguir esta línea de investigación. El público objetivo son los estudiantes de ingeniería eléctrica, informática, mecánica y aficionados a la robótica. En este trabajo se presentará la estructuración del Hackathon, que comprende una nivelación de los alumnos, para que puedan programar las funcionalidades esenciales de un robot móvil y, finalmente, el reto robótico propuesto. Las etapas iniciales se elaboraron con dificultades que fueron aumentando progresivamente, comenzando con tareas básicas de control de un robot simulado hasta llegar al reto de desarrollar una navegación autónoma en un entorno de simulación en busca de una fuente de gas cuya posición se desconoce.

PALABRAS CLAVE: robótica; ROS; tecnologías digitales.

## 1 Introdução

A robótica móvel é um domínio que vêm expandindo rapidamente nos últimos anos uma vez que suas aplicações tornaram-se de suma importância em inúmeros setores, como na automação industrial, agricultura, comércio, assistência médica, exploração espacial, serviços pessoais, segurança, pesquisa e desenvolvimento, entre outros [1]. Os robôs autônomos podem ser caracterizados por sua habilidade de locomoção de forma autônoma em um ambiente, sendo capazes de tomar decisões de acordo com sua percepção do espaço, executando tarefas sem que seja necessária uma constante interferência humana [2].

Certamente um dos assuntos mais discutidos na atualidade sobre a robótica móvel são os veículos autônomos que prometem revolucionar a forma como as pessoas se locomovem, garantindo mais conforto, o aumento das capacidades das estradas e a redução de impactos ambientais [3]. Por mais que os carros autônomos ainda estejam sendo testados para poderem se tornar parte do cotidiano, há inúmeras aplicações já consolidadas dos robôs móveis.

Na indústria os robôs móveis estão presentes em operações intralogísticas estabelecendo o fluxo de materiais-primas e produtos entre máquinas, postos de trabalho, de recepção e de expedição, armazéns e outros. Tais tarefas podem ser executadas por veículos auto-guiados (AGVs) que se movimentam em um caminho determinado seguindo uma marcação, fios, ou fitas magnéticas, ou ainda por robôs móveis autônomos (AMRs) que são mais flexíveis que os AGVs. Os AMRs podem se locomover de forma autônoma em uma área predefinida não estando presos à rotas definidas, além de serem empregados em sistemas assistivos interagindo com pessoas e outros robôs [4]. A Amazon por exemplo, possui um avançado sistema de robôs móveis atuando em suas *warehouses*, em 2017 a empresa já contava com mais de 15000 robôs, que possibilitam a execução de tarefas como separação e reabastecimento de produtos simultaneamente, algo que possibilitou uma maior escalabilidade em vendas com maior agilidade no envio dos produtos [5].

Na agricultura robôs móveis são utilizados na realização de atividades de plantio e irrigação, além de monitoramento de plantio através de drones [6]. Outra área de atuação é exploração espacial, onde pode-se citar os *rovers* espaciais, como o Curiosity que encontra-se em missão em Marte desde 2012 e o Perseverance que chegou ao planeta vermelho em Fevereiro de 2021 [7]. Eles podem ser caracterizados como robôs móveis semi-autônomos por suas rotas serem definidas e controladas por um operador na Terra, além de possuírem a capacidade de evitar obstáculos de forma autônoma [8]. No setor médico, principalmente devido ao cenário da pandemia de Covid-19 robôs móveis vêm sendo aplicados na limpeza de edifícios hospitalares, na desinfecção de salas através de luzes UV-C, para o transporte de medicamentos e alimentos, e na comunicação e monitoramento de pacientes por meio de dispositivos de tele-presença acoplados aos robôs [9].

Levando em consideração o grande número de aplicações as quais a robótica móvel está sujeita fica claro o quanto essa área têm um impacto funcional e

econômico, e a tendência é que cresça cada vez mais. De acordo com relatórios recentes divulgados durante a pandemia da Covid-19, o mercado da robótica móvel deve crescer a uma taxa de 24% ao ano, passando do valor de U\$19 bilhões em 2018 para U\$23 bilhões em 2021 e U\$54 bilhões em 2023 [10]. Isso mostra o quão grande será a demanda na área de pesquisa e desenvolvimento de robôs móveis, logo a capacitação de novos profissionais se faz necessária.

Existem inúmeras ferramentas que possibilitam o desenvolvimento de novas aplicações em robótica como é o caso do Sistema Operacional de Robôs (ROS), um *open source framework* que conta com um amplo acervo de drivers para leitura de sensores, envio de dados para actuadores e motores, algoritmos e bibliotecas que possibilitam a construção de mapas, manipulação de objectos, navegação, entre outras funcionalidades. O ROS se tornou uma importante ferramenta na pesquisa e desenvolvimento na área da robótica, tendo forte presença em companhias de tecnologia e uma forte comunidade pesquisadora que proporciona troca de experiências e apoio no desenvolvimento de projectos [11].

Tendo em vista a crescente demanda da robótica móvel e a importância do ROS como ferramenta de desenvolvimento nesta área, pretende-se a realização de um Hackathon para introduzir aos participantes conceitos básicos do ROS e de sua utilização no controle de robôs móveis, a fim de instiga-los a realizar pesquisas no ramo da robótica móvel. O presente artigo tem por objectivo demonstrar um novo método de introdução do assunto para os estudantes, de forma a facilitar o primeiro contato deles com a *framework*. Como resultado espera-se uma aprendizagem prática e rápida dos conceitos fundamentais do ROS aplicado a robótica móvel e evitar desestímulos pela dificuldade de realizar as tarefas mais básicas.

Após esta breve contextualização apresentada nesta secção, a secção 2 representa a parte dos trabalhos relacionados, aplicações de ROS e seu uso como aprendizagem de robótica móvel. A secção 3 faz a descrição sobre um hackathon e o motivo de ter utilizado esse método. Na secção 4 estão detalhadas as datas de realização e como foi feita a organização do evento, assim como as descrições de cada etapa. Na secção 5 são expostos os resultados esperados após a realização do evento baseado em actividades anteriores. Finalmente a secção 6 apresenta as conclusões deste trabalho.

## 2 Trabalhos Relacionados

Aprender a utilizar o ROS é uma difícil tarefa, sobretudo para pessoas que não possuem experiência em programação, computação distribuída, sistema operacional Linux, *multithreading*, programação orientada e outros conceitos essencialmente ligados ao funcionamento do ROS. Sem uma concepção básica dos tópicos citados, o aprendizado do ROS apresenta uma curva não muito amigável para os novos usuários, pois demoram a compreender os conceitos fundamentais dessa plataforma, bem como tirar proveito de algoritmos já existentes [11]. Tendo isso em mente nesta secção será brevemente apresentada a plataforma ROS, as suas aplicações na robótica e algumas estratégias criadas para a melhora de seu aprendizado.

### 2.1 Introdução ao ROS e Aplicações em Robótica

O ROS é um sistema operacional de robótica, *open source*, formado por bibliotecas e ferramentas úteis para simplificar a tarefa de criar comportamentos complexos e robustos em aplicações de robôs. Para isso possui uma arquitetura simples, que permite uma rede com máquinas executando ROS, sendo um deles o *master*, que estará a rodar o «roscore», responsável por inicializar os serviços necessários para as comunicações entre os nós.

Com esse sistema é possível que a arquitetura do processamento de dados seja feita de modo paralelo. Por exemplo, é possível utilizar um outro PC com maior capacidade de processamento para fazer processamento de imagem caso o embarcado não seja suficiente. Além disso, a comunidade do ROS conta com muitos pacotes já desenvolvidos, então não é necessário a cada aplicação reinventar o que foi feito, é possível partir do ponto que já está consolidado e avançar em pesquisas e desenvolvimento. Por exemplo, como definido no próprio site do ROS, um grupo tem como especialização realizar mapas, outro a navegação e outro visão computacional para reconhecer pequenos objectos. Com isso, um grupo pode utilizar as informações do outro para melhorar sua aplicação.

Além das características citadas, o ROS apresenta ainda outras vantagens, nomeadamente [12]:

- Ponto-a-ponto: um sistema ROS distribuído em hospedeiros é ligado em tempo de execução do sistema, seguindo uma topologia ponto-a-ponto;
- Multi linguagens: actualmente o ROS tem suporte a linguagem C, C++, Python e LISP, o que facilita pois nem sempre as pessoas tem a mesma facilidade em todas as linguagens;
- Baseado em ferramenta: para gerenciar a complexidade do ROS, um grande número de pequenas ferramentas são utilizadas de forma a executar vários componentes ao invés de apenas um sistema;
- Leve: por utilizar um sistema modular, usando o CMake5, e bibliotecas independentes, o sistema caracteriza-se como leve;
- Grátis e Open-Source: o sistema tem todo seu código fonte disponível, permitindo desenvolver projectos comerciais e não comerciais.

Porém, o ROS também tem alguns pontos fracos. Entre eles está a ausência de suporte para alguns pacotes, que podem ter sido desenvolvidos em alguma actividade de investigação e após o término, foi abandonada, sem corrigir todos os erros e fazendo com que em alguns meses passe a ser obsoleta. Outro ponto negativo é o suporte a sistemas embutidos.

Entre as principais empresas que estão a utilizar ROS hoje pode-se destacar a ABB, Clearpath, Doosan, Amazon, Fanuc, Fetch, Locus, Turtlebot, Universal Robots e Yaskawa.

## 2.2 Aprendizagem de ROS

Existem inúmeras formas para aprender a utilizar o ROS, nomeadamente o website ROS Wiki conta com diversos tutoriais introdutórios práticos que permitem o entendimento dos conceitos básicos de utilização do Sistema Operacional, além da documentação de pacotes disponíveis para as diferentes distribuições do ROS [13].

Alguns livros como Programming Robots with ROS [11] e ROS By Example [14] apresentam de forma didática as principais ferramentas e simuladores presentes no ROS, além de diversos algoritmos em linguagem Python

que auxiliam no desenvolvimento de programas para controle e navegação de robôs.

Há ainda várias plataformas educacionais baseadas em robótica móvel que possuem alguma integração com o ROS, como [15]:

- O iRobot Create, uma plataforma circular baseada no aspirador de pó Roomba, contando com sensores de telêmetro a laser 2D;
- O Mindstorms NXT da Lego, um kit de robô educacional equipado com motores de accionamento e sensores como acelerômetro, luz, som, ultrassom e sensores de toque;
- O Pioneer 3D-X, uma plataforma de driver que conta com oito sonares e um microcontrolador integrado de alto desempenho baseado em um microprocessador RISC Renesas SH2-7144 de 32 bits;
- O STAGE, um simulador 2D desenvolvido para aplicações de SLAM (Navegação e Mapeamento Simultâneos) que possibilita a criação de ambientes com objectos simples que actuam como obstáculos a serem identificados por sensores Lidar (detecção de luz e alcance) [11].

As didáticas apresentadas consideram que o novo usuário do ROS possui conhecimentos prévios necessários para instalar, configurar e utilizá-lo. O que acaba por desestimular quem não possui estas competências, pois constantemente precisará resolver problemas que muitas vezes será incapaz de discernir.

Tendo por objetivo facilitar o primeiro contato com ROS de estudantes que tenham interesse em robótica móvel, foi proposto a realização de um hackathon para a introdução de forma dinâmica dos conceitos básicos do ROS, a fim de guiá-los organizada e progressivamente, através de um ambiente ROS disponibilizado e com o acompanhamento de investigadores especializados no assunto.

Deste modo, os participantes não precisam se preocupar com a tarefa de instalação e configuração do framework. Ademais, dada a competitividade e dinamismo de um hackathon, e mesmo a oportunidade de aplicar o ROS na solução de problemas robóticos reais, essa didática acaba por estimular um maior interesse no participante em continuar a desenvolver trabalhos na área após o Hackathon.

### 3 Especificação do Hackathon em ROS

O «Hackathon em ROS - Um desafio na robótica móvel» foi desenvolvido, no âmbito do projeto DISRUPTIVE financiado pelo programa POCTEP, com o intuito de despertar nos participantes o interesse em tecnologias disruptivas com aprendizados multidisciplinares através de atividades intensas e imersivas que possam mostrar habilidades no tema.

Hackathon surge da união das palavras *hack* e *marathon*, ou seja, este tipo de desafio visa a resolução de problemas de programação de forma criativa e intensiva em um curto período de tempo. Onde os participantes trabalham em equipes normalmente multidisciplinares, trocando ideias e experiências [16].

Para a presente competição, espera-se que os integrantes a finalizem com um conhecimento dos fundamentos do ROS, sendo capazes de realizar um controle simples do robô em um ambiente de simulação, entender os parâmetros apresentados e necessários para o movimento do mesmo, saber como ler e publicar as mensagens no ambiente ainda que seja elevada a complexidade.

Sendo o público-alvo estudantes de cursos de graduação e mestrado de áreas tecnológicas, com um conhecimento breve em linguagem Python e em Linux, a aprendizagem em ROS é esperada ao desenvolver fases onde o nível de dificuldade aumenta na medida em que as fases do hackathon avançam. Deste modo, pode-se instruir a partir de conceitos mais básicos e todos os participantes progredirem sincronicamente, para ao final todos atingirem o nível esperado para o evento. O conhecimento na linguagem de programação é importante por evitar a necessidade de explicar conceitos básicos que divergem da temática planeada. Para o uso da linguagem Python em ROS é utilizada a biblioteca «rospy», que possui comandos relativos ao ambiente e as comunicações possíveis/necessárias. Para o uso do sistema operacional, apesar de ser melhor um conhecimento prévio, todos os comandos necessários e úteis serão disponibilizados em um guia que está entre os materiais de apoio do evento.

As atividades serão realizadas de forma remota durante 5 dias, em um ambiente desenvolvido em uma máquina virtual à qual cada participante poderá baixar e executar em seu próprio computador. Essa máquina virtual é composta por um ambiente com o sistema operacional Linux Ubuntu 16.04, onde está instalado ROS e também os ambientes do simulador Stage desenvolvidos e instalados no ambiente ROS disponibilizado. Para facilitar o acesso e utilização,

cada comando de inicialização foi inserido como um atalho, assim, é possível iniciar o simulador de cada fase através de um comando simples, sem a necessidade de escrever todos os comandos do ROS. Como o arquivo de instalação da imagem possui 5,4 GB e ainda é necessário o download do programa que a executa, essas informações serão disponibilizadas três dias antes do início, para que todos possam realizar o download, instalação e ter tudo pronto para o início das atividades do hackathon.

Após a instalação os usuários e participantes do evento, já teriam os requisitos necessários para participar do evento e dar início as fases planejadas.

#### 4 Calendarização das Fases de Implementação do Hackathon

Para a realização do hackathon, foi definido uma separação em etapas. Entre as etapas estão as partes introdutórias e as fases que foram feitas com níveis de dificuldades sequenciais, fazendo com que os participantes conseguissem iniciar em um nível básico e chegarem à fase final em um mesmo nível de conhecimento para que fosse possível desenvolvê-la.

Foram desenvolvidas três fases, que serão posteriormente melhor detalhadas, onde na primeira o objetivo é entender o simulador, como fazer as comunicações para movimentar o robô. Na segunda fazer o robô se mover de modo autónomo, entendendo como desviar de obstáculos. E na terceira e última fase o robô teria que encontrar uma fonte de gás desconhecida no simulador, portanto o robô iria navegar no ambiente, desviando de obstáculos e ainda se deslocar até o ponto de objectivo.

As etapas foram organizadas da forma como apresenta a Figura 1:

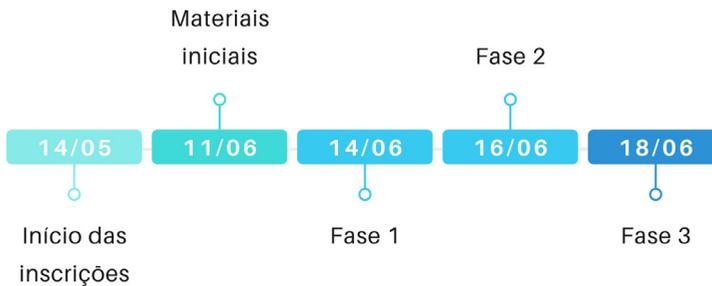


Fig. 1. Cronograma do hackathon em ROS.

- 11/06, às 18:00: Disponibilizado aos grupos a máquina virtual, como fazer a instalação e algumas informações básicas para os grupos se familiarizarem com a ferramenta;
- 14/06, às 18:00: Primeira fase, que deve ser finalizada até as 18:00 do dia 15/06;
- 16/06, às 18:00: Segunda fase, que deve ser finalizada até as 15:00 do dia 18/06;
- 18/06, às 15:00: Última fase do evento, com duração de 3 horas.

Ao início de cada uma das fases será feito por uma chamada no Zoom, onde elas serão explicadas e os organizadores estarão disponíveis para tirar dúvidas dos grupos por até uma hora.

Os desafios serão realizados no simulador STAGE que é representado na Figura 2.

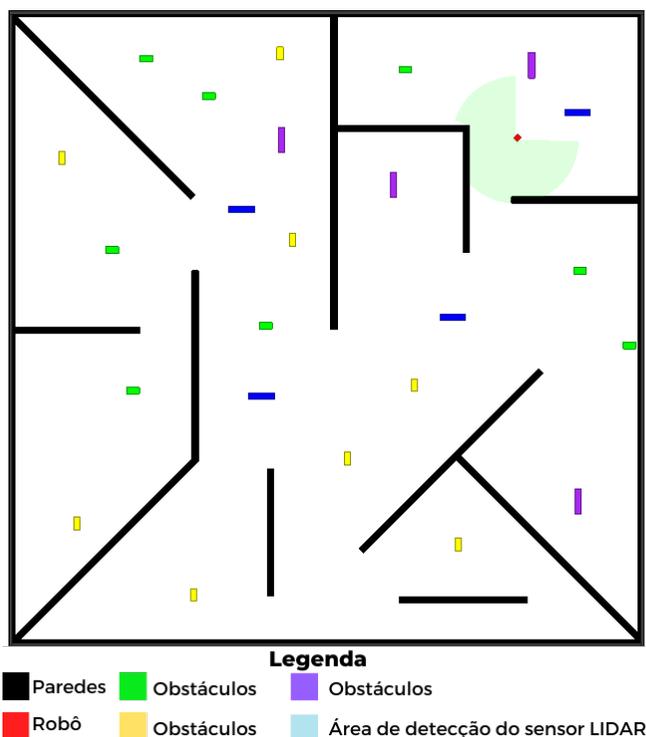


Fig. 2. Exemplo de cenário usado no Hackathon no simulador STAGE.

Esse é um dos exemplos utilizados durante o evento. A dimensão do ambiente simulado é de (iniciando em -25 até 25 em cada eixo) e as barras pretas representam paredes e as coloridas obstáculos desconhecidos.

#### 4.1 Fase 1

A primeira etapa do Hackathon têm por objectivo introduzir aos participantes o ROS, de modo a possibilitar a compreensão de seus conceitos básicos de nós, tópicos e mensagens, além de apresentar o ambiente de simulação STAGE que será utilizado para o desenvolvimento de todos os desafios propostos.

Como primeiro desafio os participantes deverão desenvolver um algoritmo Python que permita o controle de um robô móvel presente no ambiente de simulação, realizando a sua locomoção entre pontos distintos do ambiente. Para tal tarefa, é necessário que os participantes inicializem um nó para o processo, em que possam realizar a leitura do tópico de odometria do robô, afim de, terem acesso a posição do robô no ambiente para determinar a distância que o robô está em relação ao ponto de destino e possam calcular a velocidade linear e angular do robô realizando sua publicação no tópico de velocidade.

#### 4.2 Fase 2

Nesta etapa as equipes terão a tarefa de controlar o robô do ambiente de simulação STAGE, de tal maneira que ele possa caminhar livremente pelo espaço sem que colida com nenhum obstáculo.

O robô conta com um sensor Lidar que permite medir com precisão a distância entre o robô e os obstáculos presentes no ambiente através da medição da luz reflectida pelos objectos. O sensor possui um alcance de varredura de 5 metros e um ângulo de varredura de 270°, sendo assim, ao realizarem a leitura do tópico do sensor laser, é possível determinar a qual distância e posição em relação ao robô os obstáculos se encontram, e a partir deste dados implementar o algoritmo de desvio.

### 4.3 Fase 3

Como desafio final do Hackathon os participantes terão como proposta, controlar o robô realizando uma varredura no ambiente em busca de uma fonte de gás.

Em um tópico estará sendo publicado um valor correspondente a concentração de gás relativa a actual posição do robô dentro do ambiente, ou seja, quanto mais próximo o robô estiver da origem do gás, maior será o valor da concentração retornado pelo tópico. A distribuição do gás no ambiente é modelado a partir de uma função gaussiana. A fim de aumentar a dificuldade da tarefa, existe um ruído na função de concentração que a faz variar entre entre -1.5% e 1.5% do valor real ao longo do tempo.

A função de distribuição do gás (Equação 3) publica um valor que varia de 0 a 100. Esse valor varia de acordo com a distância do robô ao gás, sendo 100 quando estivesse junto à fonte. Na Equação 1 as variáveis  $GasX$  e  $GasY$  são as posições X e Y da fonte, enquanto que  $RobotX$  e  $RobotY$  são as posições do robô lidas pelo código, fazendo com que a variável «dist» seja atualizada conforme o robô se movimentar. Essa distância é calculada de acordo com o teorema de Pitágoras, encontrando a distância em linha reta entre os dois pontos.

A Equação 2 é a distância ao quadrado dividida 100. Portanto, quando menor a distância, menor o valor dessa expressão. Essa divisão é feita para atenuar o valor da exponencial, diminuindo a taxa de decaimento.

$$dist = \sqrt{(RobotX - GasX)^2 + (RobotY - GasY)^2} \quad (1)$$

$$aux = \frac{dist^2}{100} \quad (2)$$

$$gas = \alpha * e^{-aux} \quad (3)$$

Com isso, a função do gás é  $\alpha$  multiplicado pela exponencial negativa da Equação 2. Com  $\alpha = 100$ , o valor irá aumentar até 100 conforme a distância diminui até 0. Sendo a distância a linha reta entre os dois pontos, os pontos que estão a uma mesma distância representam uma circunferência, logo cada circunferência terá um valor de leitura do gás que varia conforme o raio, como é possível ver nas Figuras 4 e 3.

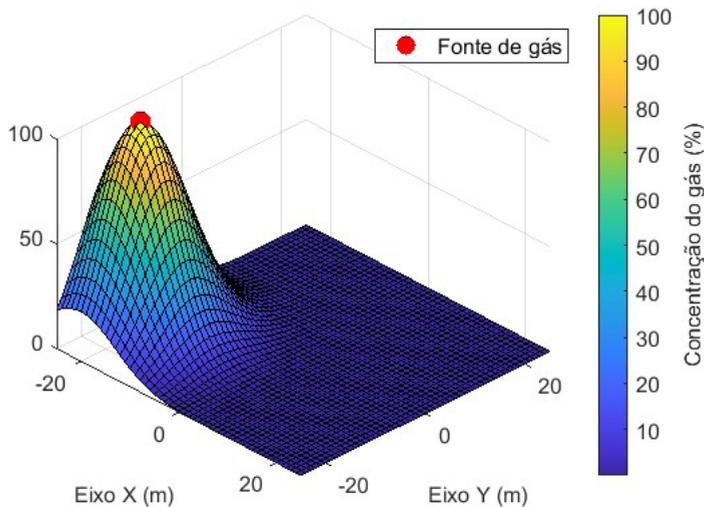


Fig. 3. Vista da distribuição de gás no ambiente.

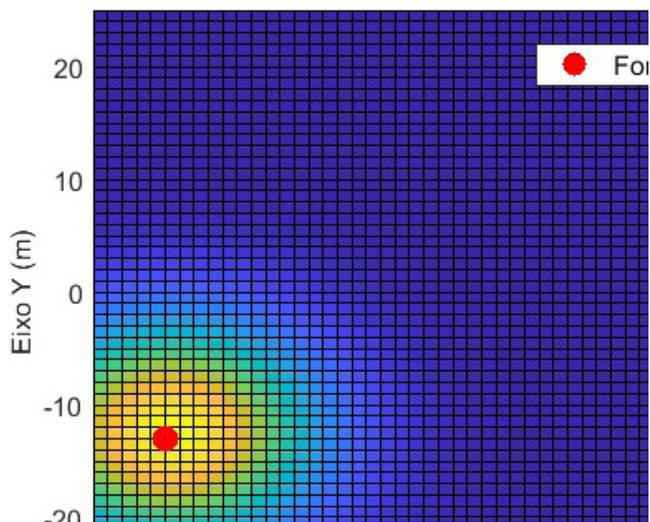


Fig. 4. Vista de topo (2D) da distribuição do gás no ambiente.

Na imagem a fonte de emissão de gás está posicionada na posição (10, -15) e em um raio superior a 25 metros o valor é zero.

Para a publicação do valor do gás no ambiente, foi utilizado um ruído gaussiano de forma que essa indicação possuísse uma variação de -1.5 até 1.5% e fosse publicada somente em um raio de 23 m de distância. Esse ruído é aplicado de forma a dificultar a localização da fonte de emissão de gás. Uma vez que sem a presença do ruído, o valor de leitura simplesmente aumentaria em proporção a distância do robô e da fonte.

## 5 Resultados Esperados

Anterior à realização do hackathon, foi elaborado um workshop de introdução à ROS, que visa trazer para grande parte dos participantes um primeiro contacto com a *framework* e uma aprendizagem básica através de aula teórica e uma aula prática de desenvolvimento dos códigos e uso da plataforma em conjunto com os participantes, e também estimulá-los na área da robótica. O curso utilizou a mesma máquina virtual do hackathon e teve uma participação de 21 pessoas de um total de 40 inscritos (representando 52,5%). Com isso, também espera-se uma frequência semelhante nesse evento, visto que ambos possuem o mesmo perfil de participantes, sendo estudantes de licenciatura e mestrado, professores e trabalhadores da indústria.

Foi feita uma pesquisa ao término do curso para obter uma avaliação dos participantes e com algumas perguntas sobre a participação deles. Entre elas, destacam-se duas que eram a respeito do conhecimento prévio na plataforma e do nível de aprendizagem acerca das atividades do curso. Dos 21 participantes, 13 responderam e as Figuras dos gráficos das respostas são apresentados, respectivamente, nas Figuras 5 e 6. As opções de respostas das perguntas eram distribuídas em uma escala entre as possíveis opções. Para a primeira pergunta, as seleções iam de «Não conhecia» até «Utiliza sempre». Já para a segunda pergunta, relacionada ao aumento do conhecimento em ROS após a participação no curso, as alternativas compreendiam de «Não aprendeu» à «Aprendeu muito».

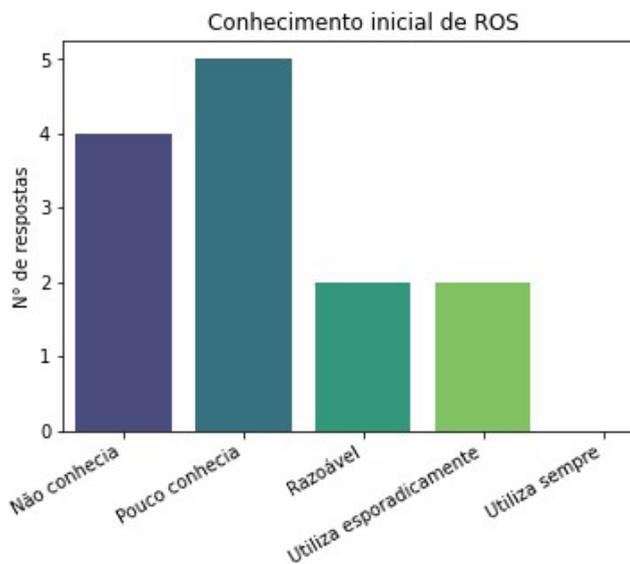


Fig. 5. Conhecimento em ROS antes do curso.

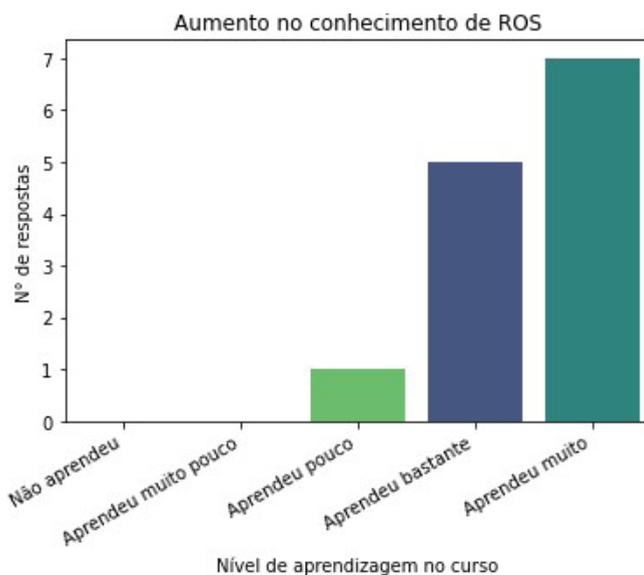


Fig. 6. Conhecimento após aprendizagem no curso.

Com isso, percebe-se que mesmo com um conhecimento prévio baixo da maioria, o nível de aprendizagem em uma atividade prática, desenvolvida em conjunto, foi bastante significativo, gerando estímulos e interesse na área, o que também pode ser comprovado quando os integrantes informaram na pesquisa que todos desejam continuar a trabalhar com ROS, sejam em estudos, investigação, trabalho ou *hobby*.

Além disso, após a realização do hackathon, é esperado que os participantes tenham a capacidade de:

- Compreender o ROS e sua importância;
- Perceber os conceitos básicos da plataforma;
- Possuir a capacidade de desenvolver uma aplicação capaz de controlar o robô no simulador;
- Despertar o interesse para na realização de pesquisas no âmbito de ROS e robótica móvel.

## 6 Conclusões

Dado o crescimento do uso da robótica móvel e suas tecnologias associadas, perceber seu uso e saber utilizar é de grande importância no desenvolvimento de pesquisas na área e para empresas. Uma das plataformas mais utilizadas hoje é o ROS e, de forma a estimular o aprendizado de maneira lúdica, didática e interativa, foi utilizado um hackathon para introduzir esse assunto.

O hackathon visa introduzir o tema e instigar os participantes a desenvolverem atividades de pesquisa no tema com métodos de imersão intensa no assunto.

Como trabalho futuro, o hackathon vai ser finalizado no dia 18 de Junho de 2021, e após a sua implementação, vai ser realizada uma análise do seu impacto através da análise do feedback dos participantes.

## Agradecimentos

This work has been partially supported by the European Regional Development Fund (ERDF) through the Interreg Spain-Portugal V-A Program (POCTEP) under grant 0677\_DISRUPTIVE\_2\_E (Intensifying the activity of Digital Innovation Hubs within the PocTep region to boost the development of disruptive and last generation ICTs through cross-border cooperation).

## References

1. Rubio F, Valero F, Llopis-Albert C.A.: review of mobile robots: Concepts, methods, theoretical framework, and applications. *International Journal of Advanced Robotic Systems*. March 2019. <https://doi.org/10.1177/1729881419839596>
2. Tzafestas, Spyros G.: *Introduction to mobile robot control*. Elsevier, 2013
3. Meyer, J., Becker, H., Bösch, P.M., Axhausen, K.W.: Autonomous vehicles: The next jump in accessibilities?. *Research in transportation economics*, 62, 80-91 (2017). <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2017.03.005>
4. Fragapane, G., Ivanov, D., Peron, M. et al.: Increasing flexibility and productivity in Industry 4.0 production networks with autonomous mobile robots and smart intralogistics. *Ann Oper Res* (2020). <https://doi.org/10.1007/s10479-020-03526-7>
5. Jain, D., Sharma, Y.: Adoption of next generation robotics: A case study on Amazon. *Perspect. Case Res. J*, 3, 9-23 (2017)
6. Roldán, J.J., del Cerro, J., Garzón-Ramos, D., Garcia-Aunon, P., Garzón, M., de León, J., Barrientos, A.: Robots in Agriculture: State of Art and Practical Experiences. In *Service Robots*; InTech: London, UK (2018)
7. Farley, K.A., Williford, K.H., Stack, K.M. et al.: Mars 2020 Mission Overview. *Space Sci Rev* 216, 142 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11214-020-00762-y>
8. Ben-Ari M., Mondada F.: Robots and Their Applications. In: *Elements of Robotics*. Springer, Cham (2018). <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62533-1>
9. Cardona, M., Cortez, F., Palacios, A., Cerros, K.: Mobile Robots Application Against Covid-19 Pandemic, 2020 IEEE ANDESCON, (2020), pp. 1-5. <https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272072>
10. Cardona, M., Palma, A., Manzanares, J.: COVID-19 Pandemic Impact on Mobile Robotics Market, 2020 IEEE ANDESCON, (2020), pp. 1-4, <https://doi.org/10.1109/ANDESCON50619.2020.9272052>
11. Quigley, M., Gerkey, B., Smart, W.D.: *Programming Robots with ROS: a practical introduction to the Robot Operating System*. O'Reilly Media, Inc. (2015).
12. Quigley, M.; Conley, K.; Gerkey, B.; Faust, J.; Foote, T.; Leibs, J.; Wheeler, R.; Ng, A. *ROS: An Open-Source Robot Operating System.*; January 1 2009; Vol. 3.
13. ROS Wiki Homepage, <http://wiki.ros.org/>. [Last accessed 17 May 2021]
14. Goebel, R.P.: Ros by example: A do-it-yourself guide to the robot operating system. *Pi Robot Production* pp. 95–106 (2012)
15. Araújo, A., Portugal, D., Couceiro, M. S., Rocha, R. P.: Integrating Arduino-based educational mobile robots in ROS. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 77(2), 281-298 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10846-013-0007-4>
16. Briscoe, G.: *Digital Innovation: The Hackathon Phenomenon*. (2014)