

Projeto ROME: Aprendizagem Cooperativa entre Alunos da Graduação e Ensino Médio

1st Carlos Eduardo Magrin

Engineering Lab UniCuritiba (ROSIE)
Centro Universitário UniCuritiba
Curitiba, Brasil
carlos.magrin@unicuritiba.com.br

2nd Felipe Bachtchen

Engineering Lab UniCuritiba (ROSIE)
Centro Universitário UniCuritiba
Curitiba, Brasil
felipe.bachtchen.dias@gmail.com

3rd Maicon Parizotto

Engineering Lab UniCuritiba (ROSIE)
Centro Universitário UniCuritiba
Curitiba, Brasil
maicon_parizotto@hotmail.com

4th Pedro Kutski

Engineering Lab UniCuritiba (ROSIE)
Centro Universitário UniCuritiba
Curitiba, Brasil
pedrokutski@hotmail.com

5th Eduardo Todt

Departamento de Informática
Universidade Federal do Paraná
Curitiba, Brasil
todt@inf.ufpr.br

Abstract—This paper presents the ROME project as a cooperative and collaborative learning tool for high school and university students. The authors validate the platform by implementing STEM education, incorporating concepts of PBL and maker culture, and conducting mini-courses at UniCuritiba. The ROME project aims to develop a solid and documented foundation for implementing mobile robotics squads in schools, highlighting the academic, social, and economic benefits. As industries adopt new technologies, there is an increase in the demand for skilled personnel in multidisciplinary areas such as robotics and programming. However, as the reality of Brazilian public schools differs significantly from the conditions found in private schools, low-income students face restricted access to robotics courses and materials. The ROME project addresses this issue by broadening access to robotics education by providing a low-cost robotics kit. ROME is a non-profit, open-source, and scalable project. The project allows university students to apply their knowledge in a real-world context, enhancing their technical and interpersonal skills. Additionally, ROME promotes inclusion, empowering students who would otherwise not have access to this knowledge. As an open-source project, the files for developing ROME and support materials are accessible at <https://github.com/rosie-projects/rome>.

Index Terms—Educational Robotics Platforms, STEM with Robotics-Based Projects, Problem-Based Learning with Robotics, Low-cost Educational Robots.

I. INTRODUÇÃO

Este artigo tem como objetivo mostrar como o projeto **ROME (Robótica Móvel nas Escolas)** pode ser utilizado como uma ferramenta sólida de aprendizagem cooperativa, centrada tanto nos alunos do ensino médio quanto nos alunos do ensino superior. Através de aulas dinâmicas, os alunos do ensino médio têm o contato com o ambiente universitário e são incentivados a aprender fazendo, com a aplicação prática dos conceitos teóricos. Simultaneamente, os universitários envolvidos no ROME aprimoram suas habilidades pedagógicas e técnicas ao aplicar seus conhecimentos em um contexto real. Desde a criação do desenho técnico da estrutura do robô, a

montagem do circuito eletrônico, programação e prática da docência.

A realidade das escolas públicas brasileiras difere significativamente das condições encontradas nas escolas privadas. Por conta disso, o acesso a cursos e materiais de robótica ainda é muito restrito para alunos de baixa renda, que perdem espaço no mercado de trabalho por falta de oportunidade de capacitação [1]. É nesse contexto que surge o ROME, um projeto que busca democratizar o acesso da educação em robótica, sendo voltado para o ensino em escolas públicas e para a comunidade. Através dele, alunos de diversos cursos de graduação do Centro Universitário Curitiba (UniCuritiba) desenvolvem ferramentas, materiais didáticos e minicursos de robótica. Assim, o projeto ROME se torna instrumento de inclusão e transformação social, ao proporcionar recursos flexíveis, de baixo custo e alta escalabilidade. O ROME é um projeto de *hardware* de código aberto, e tem como objetivo encaminhar o aluno para além do papel passivo de consumidores de tecnologia, encorajando os jovens a se tornarem entendedores e até desenvolvedores de soluções tecnológicas [2]. Essa transformação contribui com o progresso no desempenho acadêmico e ajuda a alinhar o aprendizado escolar aos projetos de vida dos alunos, proporcionando um caminho mais claro e acessível para suas futuras carreiras [3].

A plataforma ROME estimula o interesse dos jovens na cultura *maker*, um movimento que valoriza a criação prática e o aprendizado através da experimentação. Os benefícios dessa abordagem são múltiplos, incluindo o aumento da concentração, o desenvolvimento da autonomia e a dedicação ao processo de aprendizado [4]. Além disso, o projeto oferece uma abordagem interdisciplinar que prepara os alunos para os desafios do mercado de trabalho, ao fortalecer habilidades como pensamento crítico, criatividade, comunicação e colaboração [3].

A organização deste artigo é a seguinte: após esta introdução, a Seção II descreve as abordagens pedagógicas

adotadas no projeto ROME, destacando como a integração da cultura *maker*, da metodologia focada em STEM e do método de Aprendizagem Baseada em Projetos (PBL) promove um ambiente de aprendizagem ativo e colaborativo. Em seguida, a Seção III oferece uma descrição do robô e discorre sobre o processo de desenvolvimento da plataforma. A Seção IV discute a experiência de ensino e o desenvolvimento pedagógico dos alunos de graduação ao ministrarem aulas de robótica para alunos do ensino médio. Na sequência, a Seção V apresenta os principais impactos do projeto durante sua execução prática.

II. METODOLOGIA DE ENSINO

A proposta do projeto ROME segue as diretrizes estabelecidas pela BNCC (Base Nacional Comum Curricular). A BNCC define dez competências gerais, que incluem pensamento científico, crítico e criativo”, “comunicação”, “cultura digital” e “empatia e cooperação” [5]. Além disso, um dos principais objetivos da BNCC é a redução das desigualdades no acesso à educação e a promoção da igualdade de oportunidades de aprendizado a todos os alunos [5]. Proposta esta que se alinha perfeitamente com a perspectiva educacional do projeto ROME, que se estrutura pela adoção de metodologias ativas.

As metodologias ativas são as abordagens pedagógicas que colocam o estudante na posição de protagonista da construção do próprio conhecimento [6]. Através delas, o professor passa a ter um papel maior de orientador ao estimular a autonomia do aluno no processo de aprender a aprender. Isso acontece por meio do trabalho colaborativo em atividades práticas que envolvem a resolução de problemas reais [2]. Dentro desse conceito encontramos o movimento *maker*, uma cultura que incentiva as pessoas a criarem, construírem e consertarem objetos com suas próprias mãos. O enfoque em “aprender fazendo” é compartilhado por outra metodologia ativa, a PBL, do inglês *Project Based Learning* - Metodologia de Aprendizagem Baseada em Projetos. A PBL envolve os alunos em projetos desafiadores, onde eles aplicam conhecimentos teóricos em situações práticas e reais [7]. Além disso, tanto a aprendizagem *maker* como a metodologia PBL são aliadas da abordagem STEM que promove o ensino nas áreas da ciências, tecnologia, engenharia e matemática. No ROME são utilizados os três conceitos (STEM, PBL e a cultura *maker*) para promover a multidisciplinaridade e incentivar os alunos no processo de aprendizagem de robótica.

A. STEM

Com o constante desenvolvimento da ciência e tecnologia, é importante que o ambiente educacional se mantenha aberto à necessidade contínua de adaptação, para se adequar às circunstâncias sociais, culturais e educacionais de onde é posto em prática. Nesse contexto há oportunidade de incorporar a abordagem STEM integrada nos planos de ensino, cuja principal vantagem é a oportunidade de aprimorar habilidades e competências [8].

O termo STEM é um acrônimo formado pelas iniciais de ciências, tecnologia, engenharia e matemática, do inglês

Science, Technology, Engineering and Mathematics. Um conceito cunhado na primeira metade do século XX, em projetos de educação científica nos Estados Unidos, e tem como principal ideia promover uma educação que não apenas ensine conteúdos dessas disciplinas de forma isolada, mas que também integre os conhecimentos e habilidades de cada uma dessas áreas de maneira transversal [9].

Implementar a educação STEM integrada nas escolas requer mais que o desenvolvimento curricular. É necessário atenção à formação de professores e à provisão de recursos necessários [10]. As escolas precisam integrar as disciplinas de maneira coesa, muitas vezes por meio da execução de projetos práticos. Uma maneira de colocar em prática é a disponibilidade de kits e aulas de robótica. A robótica não apenas aborda as quatro áreas formadoras da STEM, mas também desenvolve habilidades cada vez mais valorizadas no mercado de trabalho do século XXI [7].

B. PBL

Segundo Masson *et al.* [11], a PBL é “[...] uma abordagem sistêmica, que envolve os alunos na aquisição de conhecimentos e competências por meio de um processo de investigação de questões complexas, tarefas autênticas e produtos, cuidadosamente planejadas com vista a uma aprendizagem eficiente e eficaz”. A metodologia PBL começou a se formar em 1900, com o educador e filósofo americano John Dewey (1859-1952). Dewey defendia a ideia de que a aprendizagem ocorre de maneira mais eficaz quando os alunos estão envolvidos em atividades que exercitem a curiosidade, o pensamento crítico e a resolução de problemas [12].

A PBL é um dos principais temas debatidos atualmente por ser uma solução alternativa para o desenvolvimento de currículos e por inovar na educação em engenharia [11]. Trata-se, portanto, de uma metodologia de ensino nos moldes do século XXI. Ao ser integrada com a metodologia STEM, o aluno tem uma compreensão ampliada do projeto e é capaz de se desenvolver de maneira mais eficaz através da interligação de diferentes métodos de aprendizagem [7]. Os alunos recebem problemas complexos do mundo real, aplicam conceitos teóricos e, em grupo, debatem e investigam o problema para trabalharem no desenvolvimento de uma solução [2].

As metodologias ativas são pilares fundamentais do projeto ROME. Os três conceitos apresentados, movimento *maker*, PBL e STEM, através do trabalho realizado pelo projeto, faz mais que proporcionar um ambiente interativo e multidisciplinar. A integração das metodologias permite que os alunos envolvidos com o projeto, tanto universitários quanto alunos do ensino médio, sejam capazes de evoluir suas capacidades técnicas, intelectuais e interpessoais. A robótica educacional, como principal ferramenta do projeto ROME, é a catalisadora desse cenário.

III. PLATAFORMA ROME

O projeto ROME, através da plataforma ROME, tem como objetivo proporcionar o processo de aprendizagem de robótica utilizando uma plataforma de baixo custo desenvolvida no

projeto de extensão do **Engineering Lab UniCuritiba**, que por sua vez, busca aproximar os universitários dos alunos de ensino médio de forma colaborativa, por um lado levando a prática da docência e do outro lado despertar o interesse pela engenharia e tecnologias envolvidas.

Segundo Magrin *et al.* [7], kits comuns de robótica possuem um valor elevado, o que muitas vezes limitam o público que busca a sua aplicação, seja ele para fins educativos ou recreativos. O valor elevado de uma plataforma educacional cria uma barreira significativa entre a inclusão digital e para o desenvolvimento de habilidades tecnológicas. Por isso, a acessibilidade financeira dos kits de robótica é ponto crucial para ampliar o alcance e promover uma educação mais equitativa. Para efeito de caso, foi proposto a criação de uma plataforma eletrônica e mecânica acessível em todos os aspectos, que não apenas uma experiência mais próspera e condizente para com o aluno de ensino médio, mas que pudesse levar um aprendizado consistente para diferentes níveis de instrução tecnológica, despertando o interesse nas grandes áreas que envolvem a robótica como a eletrônica, mecânica e a computação.

O desenvolvimento da plataforma mecânica do ROME é composta por uma chapa de MDF de 3 mm de espessura, cortada utilizando uma CNC a Laser Nagavo 40 x 40 cm 50 W 220 V, em tamanho A4 para reduzir os custos de fabricação e facilitar a reprodução do projeto pela comunidade acadêmica, uma vez que se trata de um projeto *open-source hardware* [7]. Uma atualização do projeto mecânico foi desenvolvido para simplificar e facilitar a montagem, apenas um sensor ultrassônico frontal foi utilizado, pois a placa eletrônica foi alterada e não acomodaria os três sensores propostos no projeto, conforme descrito em [7]. A plataforma mecânica alterada, teve aumento do seu raio para 67 mm e foi melhor ajustado os encaixes da placa, que agora pode ser removida facilmente sem a necessidade de parafusos. Adicionalmente, para adequação da plataforma em sala de aula, foi realizado uma alteração na fonte de energia, permitindo o uso de uma bateria de 9 V, e a plataforma recebeu indicações do projeto de extensão e logomarca [2].

Para aplicação da eletrônica no ROME, foi utilizada a placa de circuito impresso (PCI) desenvolvida pelos alunos de graduação, participantes do projeto de extensão do Engineering Lab UniCuritiba, dedicada a plataforma ROME, Fig. 1, assim como placa Arduino UNO com o objetivo de apresentar para os alunos duas opções de sistemas embarcados para o controle do robô [2], [7]. A PCI ROME suporta todos os componentes eletrônicos do robô como reguladores de tensão, microcontrolador de 8-bits (ATmega32U4) e ponte H (TB6612). Conectores foram dispostos para facilitar a conexão com o sensor de ultrassom, módulo *bluetooth*, bateria, motores e interfaces de entradas/saídas adicionais. O projeto da PCI alinha com o conceito das práticas propostas no modelo STEM, entrega um melhor posicionamento dos componentes, favorecendo o aprendizado e montagem [7]. Tanto a placa Arduino UNO quanto a PCI ROME apresentam as mesmas funcionalidades para o projeto, porém no Arduino é necessário incluir um módulo para acionamento dos motores (ponte H)

e as conexões de alimentação e entradas/saídas não estão dispostas de forma prática para a montagem da plataforma.

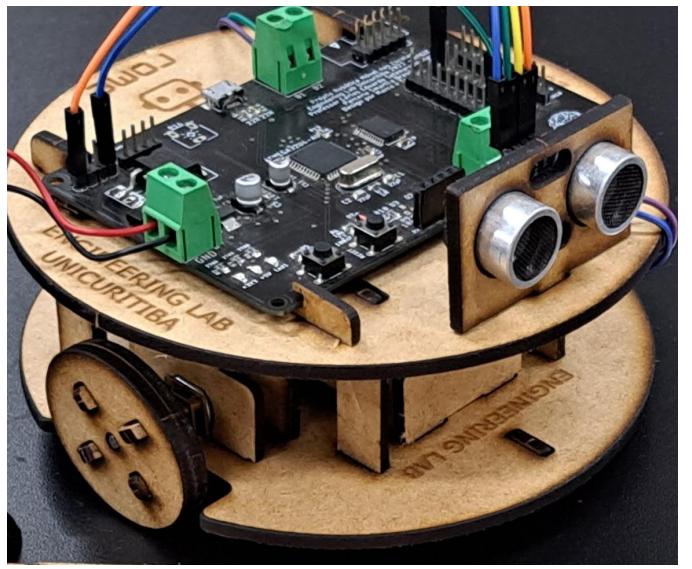


Fig. 1. Robô ROME. Plataforma montada sem parafusos, sistema de encaixe. Placa eletrônica (PCI) desenvolvida pelos alunos do projeto de extensão integrando todos os componentes necessários para o funcionamento do robô. O ROME possui sensor de distância do tipo ultrassom (HC-SR04), micro-motores N20 de 6 V 300 rpm e suporte na base inferior para bateria de 9 V.

Segundo Ribeiro *et al.* [13], o uso do SoC (*System-on-a-Chip*) ESP32 da *Espressif Systems* na educação, demonstra ser uma abordagem inovadora e eficaz para o ensino de tecnologia e ciência. O ESP32 é um microcontrolador de baixo custo com conectividade *Wi-Fi* e *Bluetooth*, permite trazer aos alunos aprendizagem de conceitos de programação, eletrônica e comunicação sem fio de maneira prática e eficaz. Com suas múltiplas funcionalidades permitem a realização de diversos projetos educacionais, desde simples aplicações com sensores até complexos sistemas de automação, o que incentiva o interesse dos alunos e torna o aprendizado mais relevante, preparando os alunos para os desafios futuros, trazendo uma educação dinâmica e interativa. Além disso, o baixo custo do ESP32 facilita sua implementação em projetos educacionais, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades importantes como a programação e resolução de problemas. Demonstrando estar alinhado com os objetivos da BNCC [13].

Como decorrência da COVID-19, houve uma grande crise no mercado dos semicondutores, algo que trouxe grandes impactos em diversos setores dependentes de componentes eletrônicos. A indústria de semicondutores não estava preparada para essa demanda represada por eletrônicos. A escassez de semicondutores levou a atrasos na produção e aumento nos preços, dificultando a aplicação de projetos no período pós-pandemia [14]. Uma das consequências da crise foi a migração do consumo para arquiteturas de 32-bits mais acessíveis, como o ESP32, em comparação com opções de microcontroladores de 8-bits como o ATmega328p do Arduino UNO, que, por sua vez, tiveram uma significativa elevação de

preços. O ESP32, microcontrolador com arquitetura 32-bits, conectividade *Wi-Fi* e *Bluetooth*, se tornou uma alternativa devido aos seus custos menores em relação a outras marcas e arquiteturas de microcontroladores, sua facilidade de aplicação e suas características. Em função, a aplicação do ESP32 se tornou uma opção promissora, uma vez que sua aplicação no projeto ROME, considerando a transição para um novo projeto desenvolvido pelos alunos do Engineering Lab UniCuritiba com o módulo ESP32 possa representar um avanço significativo para o robô ROME com tecnologias emergentes como a IoT, do inglês *Internet of Things* - Internet das Coisas, potencializando não apenas o aprendizado, mas também a escala de uma plataforma de baixo custo.

IV. PRÁTICA DOCÊNCIA

A prática docente de alunos de engenharia ensinando robótica para alunos do ensino médio constitui uma abordagem que combina educação técnica e desenvolvimento de habilidades práticas. Segundo Souza e Pereira [15], essa prática não apenas reforça os conceitos teóricos aprendidos pelos alunos de engenharia, mas também contribui significativamente para a formação dos estudantes do ensino médio, proporcionando-lhes uma introdução prática à tecnologia e engenharia. A robótica, com seu apelo interdisciplinar, permite a integração de diferentes áreas do conhecimento, como eletrônica, mecânica e computação, facilitando uma aprendizagem mais completa e contextualizada. A interação entre universitários e estudantes do ensino médio promove um ambiente de aprendizagem colaborativa e motivacional.

Lima [16] argumenta que a dinâmica entre os alunos cria uma ponte entre os diferentes níveis de educação, permitindo que os alunos do ensino médio vejam na prática as aplicações dos conceitos teóricos que aprendem em sala de aula. Além disso, os alunos de engenharia desenvolvem competências pedagógicas e comunicativas ao adaptar seu conhecimento técnico para um público mais jovem e menos experiente. Um aspecto crucial é a metodologia de ensino utilizada. De acordo com Silva [17], a abordagem baseada em projetos é altamente eficaz no ensino de robótica, pois envolve os estudantes em atividades práticas e desafiadoras que estimulam a criatividade e a resolução de problemas.

Segundo Magrin *et al.* [7] as metodologias ativas colocam o estudante no centro do processo educacional, promovendo uma participação ativa em atividades de grupo, questionamentos, resolução de problemas, processos criativos e análise crítica. Nesse novo contexto, o professor assume o papel de facilitador do aprendizado, ajudando nas escolhas dos estudantes, na gestão do tempo e na orientação temática, além de participar de forma mais autônoma na aplicação das metodologias.

A pesquisa de Parizotto [2] ressalta que a plataforma ROME não apenas expandiu a oferta do curso, mas também enriqueceu o aprendizado dos alunos ao fomentar uma abordagem interdisciplinar. Ao conectar teoria e prática através de atividades de robótica móvel, fortalecendo a formação acadêmica dos estudantes de ensino médio. A iniciativa do projeto não apenas ampliou o entendimento sobre robótica móvel, mas também

incentivou a diversidade de conhecimentos e interesses entre os participantes, conectando os alunos do ensino médio com o ensino superior e preparando para futuros desafios no campo da tecnologia.

A validação ou projeto piloto do ROME, consistiu em preparar um minicurso de robótica com duas horas de duração, conduzido por estudantes do curso de graduação em Engenharia de Controle e Automação e orientado pelo professor líder do Engineering Lab da UniCuritiba para alunos do ensino médio de escolas públicas e privadas. Durante o minicurso, foi apresentado os conceitos teóricos sobre robôs industriais e móveis, destacando suas aplicações nas diversas áreas da engenharia e relacionando com os conceitos de desenvolvimento do projeto mecânico e eletrônico do robô ROME.

Com o objetivo de relacionar o processo de aprendizagem teórico com a prática, foram conduzidas quatro atividades práticas pelos alunos da graduação.

A. Prática 1

A primeira atividade prática envolveu a conexão de um motor a uma bateria de 9 V para observar o sentido de giro da roda acoplada ao motor. Em seguida, foi apresentado o modelo de sensor utilizado na plataforma, assim como a linguagem de programação aplicada no desenvolvimento do sistema embarcado do ROME. A introdução ao ambiente de programação Arduino IDE incluiu explicações sobre a estrutura do *software* e o processo de conexão do *hardware* com a placa eletrônica do ROME.

B. Prática 2

Na segunda atividade prática, os alunos realizaram o *piscar-LED*, onde puderam alterar linhas de código para modificar o tempo em que o LED permanecia aceso ou apagado, proporcionando uma interação direta com o ambiente de programação. Após isso, foram apresentados conceitos de operadores lógicos e relacionais na programação, preparando os alunos para aplicar a lógica de programação no controle de sensores.

C. Prática 3

A terceira atividade prática permitiu que os alunos do ensino médio definissem a distância do sensor de ultrassom para atuação de uma saída do microcontrolador. Um LED da placa eletrônica foi utilizado para indicar quando um objeto se aproximava da distância configurada na programação, permitindo uma interação prática com o sensor. Além disso, foi explicado o uso de bibliotecas para a leitura do sensor de ultrassom e controle de direção e velocidade dos motores, capacitando os alunos a utilizar o sensor não apenas para controlar o LED, mas também para movimentar os motores de acordo com a lógica apresentada pelos alunos da graduação.

D. Projeto Final

Concluindo as práticas iniciais através do ambiente de programação, Arduino IDE, foi proposta pelos alunos da graduação a prática final para programar o robô ROME para

desvio de obstáculos. Os alunos do ensino médio definiram a distância dos objetos e desenvolveram a lógica para fazer o robô recuar ou girar ao encontrar um obstáculo. Uma das soluções encontradas e desenvolvidas pelos alunos foi de programar o robô para recuar e girar à esquerda antes de seguir em frente.

As atividades práticas do minicurso não só introduziram os alunos ao mundo da robótica e programação, mas também promoveram o desenvolvimento de habilidades lógicas e técnicas, fundamentais para a compreensão e aplicação dos conceitos aprendidos. A participação no projeto de extensão ROME proporcionou um enriquecimento significativo ao ensino na graduação e ao desenvolvimento pessoal dos alunos envolvidos. Ao exigirem uma saída da rotina de sala de aula, os participantes assumiram o papel de líderes no projeto, o que conferiu comprometimento com o processo de aprendizagem. O projeto também colaborou com a interação entre outros estudantes de engenharia e cursos de computação, além de promover o trabalho em equipe. A oportunidade de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos ao longo da graduação foi tanto estimulante quanto desafiador. Durante o processo de validação da plataforma, os alunos da graduação atuaram como facilitadores no minicurso, exercendo a prática docente como mostra a Fig. 2. Os dois alunos da graduação facilitadores do minicurso tiveram a responsabilidade de transmitir conhecimentos para alunos do ensino médio, utilizando metodologias ativas de ensino STEM, PBL e cultura *maker*. A experiência prática de docência não apenas fortaleceu o aprendizado dos universitários, mas também desenvolveu habilidades fundamentais para a sua formação profissional.



Fig. 2. Ambiente utilizado para o minicurso de robótica. Laboratório ROSIE na UniCuritiba. Imagens mostram os alunos da graduação, participantes do projeto de extensão, como docentes do minicurso e os alunos do ensino médio realizando as atividades práticas com o robô ROME.

Além da prática docência, os graduandos tiveram a oportunidade de trabalhar com a plataforma mecânica do robô

ROME, realizando atualizações e aprendendo a operar a máquina CNC de corte a laser para a montagem das plataformas. Os alunos participantes do projeto de extensão também adquiriram experiência prática com a placa eletrônica do robô, realizando a soldagem dos componentes eletrônicos e realizando as devidas ligações com a alimentação, motores e sensor de ultrassom. Para a programação, os alunos se envolveram diretamente no desenvolvimento e na validação do software do robô para disponibilizar as atividades práticas aos alunos do ensino médio.

V. VALIDAÇÃO EM SALA DE AULA

O projeto ROME foi desenvolvido com uma ampla aplicabilidade, podendo ser implementado tanto no ambiente escolar quanto no universitário. Para o projeto piloto, foi definido um ambiente controlado, laboratório ROSIE da UniCuritiba, facilitando a preparação pelos alunos da graduação dos recursos computacionais para o ambiente de programação e apresentação do minicurso. A exposição dos alunos de ensino médio ao campus da universidade também foi considerado um aspecto construtivo, assim que os alunos estão na fase de decisão de ingressar no curso superior ou mesmo planejamento a sua carreira profissional, o acesso do aluno do ensino médio ao ambiente universitário oferece a oportunidade de conhecer as instalações e recursos acadêmicos, servindo de alguma forma de incentivo para o aluno seguir com os seus estudos.

Para o projeto piloto do ROME, foi definido pelo orientador e alunos participantes do projeto de extensão de realizar um minicurso para alunos do ensino médio de escolas públicas e privadas, sem qualquer distinção de gênero ou classe social, apenas selecionando pelo interesse dos alunos pelas áreas tecnológicas que envolvem a robótica.

Os alunos facilitadores do minicurso visitaram as escolas da região de Curitiba, um total de 8 escolas, sendo 3 públicas e 5 privadas. Inicialmente, o contato foi com os diretores para apresentar a proposta do minicurso. Uma melhor aceitação foi no destaque que a oferta seria de um minicurso de robótica totalmente sem custos para os alunos do ensino médio, realizado no ambiente universitário próximo à escola, minimizando assim os custos de transporte para os alunos. Nas escolas públicas, não houve grandes dificuldades para a aceitação do projeto pela equipe pedagógica. No entanto, nas escolas privadas, enfrentamos algumas restrições por parte das diretorias, que em um primeiro momento suspeitaram que estaríamos lucrando financeiramente com o projeto. Algumas escolas privadas não aceitaram a proposta, pois já tinham empresas oferecendo cursos de programação a seus alunos. Apesar dos desafios encontrados, conseguimos um total de 25 inscrições para o minicurso. Para alcançar esse resultado, realizamos uma breve apresentação sobre o minicurso, informando o local onde seria realizado e demonstrando previamente nas escolas o funcionamento do robô. Ao final da apresentação, disponibilizamos um *QR code* para que os alunos pudessem se inscrever facilmente no minicurso de robótica.

Três escolas participaram do projeto piloto, validação prática do projeto, em 2023, em dois momentos diferentes.

Uma escola pública (Segismundo Falarz) com oito alunos e duas escolas privadas (SESI Boqueirão e Escola Adventista do Boqueirão) com seis alunos. As aulas aconteceram no Laboratório ROSIE, da UniCuritiba, que disponibilizou computadores configurados com o *software* Arduino IDE e as bibliotecas necessárias devidamente instaladas. O mesmo conteúdo foi apresentado às duas turmas, seguindo a metodologia STEM e PBL permitindo que os próprios alunos executassem as atividades práticas.

Após a execução das duas turmas, foi possível avaliar e comparar os resultados. Apesar da experiência muito positiva em ambas, observou-se maior engajamento dos alunos da escola pública, provavelmente devido à falta de acesso a aulas de robótica nessas instituições. Na turma de alunos das escolas privadas, a dinâmica foi mais desafiadora e as atividades aconteceram com maior agilidade, devido ao fato desse grupo de alunos já possuir familiaridade com a robótica.

Para colaborar com os resultados do projeto piloto, os alunos preencheram um formulário de avaliação do minicurso. Através do formulário, identificamos uma evolução nas habilidades de robótica dos participantes dos minicursos. Dos alunos que completaram a pesquisa, 55% consideraram que seu conhecimento sobre a robótica foi ampliado, enquanto os demais responderam manter um conhecimento elevado. Nenhum aluno considerou seu próprio nível como fraco após a realização do minicurso. A organização e o planejamento dos conteúdos apresentados foram considerados adequados pelos participantes, que destacaram a importância da prática.

VI. CONCLUSÃO

O processo de aprendizagem do projeto ROMÉ coloca os alunos como protagonistas. Alunos de cursos de graduação através do projeto de extensão Robótica Móvel nas Escolas tem a oportunidade de aplicar os conhecimentos adquiridos na sua área do conhecimento no desenvolvimento de plataformas robóticas ou mesmo na prática docente. Para validar o projeto ROMÉ foi delimitado o minicurso de robótica para aplicação com alunos do ensino médio com o objetivo de estreitar a relação Escola-Universidade, ou seja, os alunos do ensino médio têm a convivência com alunos do ensino superior, incentivando o interesse de ingressar no ambiente universitário. Assim que os alunos do ensino superior reforçam o seu conhecimento na área de robótica, os alunos do ensino médio que estão recebendo o minicurso ampliam as suas competências nos conceitos de robótica, eletrônica e programação. O resultado da validação em sala de aula do minicurso ponderou a resposta de um questionário entregue aos alunos, o que se mostrou satisfatório o engajamento dos alunos tanto da graduação ministrando o minicurso, quanto os alunos do ensino médio envolvidos nas práticas com o ROMÉ e interesse nos conteúdos apresentados em sala.

O ROMÉ é um projeto *open-source*, ou seja, todos os arquivos para o desenvolvimento da plataforma, materiais de estudo e atividades estão disponíveis para uso de forma colaborativa em: <https://github.com/rosie-projects/rome>.

REFERÊNCIAS

- [1] UNESCO, “Relatório de monitoramento global da educação 2023: Tecnologia na educação,” Online, 2023, acessado em: 23/07/2024. [Online]. Available: <https://gem-report-2023.unesco.org/technology-in-education/>
- [2] M. F. L. L. Parizotto, “Validação da plataforma ROMÉ como ferramenta de aprendizagem de robótica no ensino médio: uma abordagem STEM,” p. 76, 2023. [Online]. Available: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/items/d457c159-4010-44d4-9a1c-ecebafab2a9f>
- [3] C. Ribeiro, D. Trindade, R. Palácios, and E. Todt, “Exploring the use of educational robotics in non-formal learning environments: A systematic mapping,” in *Anais do XXIX Workshop de Informática na Escola*. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2023, pp. 1112–1124. [Online]. Available: <https://sol.sbc.org.br/index.php/wie/article/view/26391>
- [4] S. Martinez and G. Stager, *Invent to Learn: Making, Tinkering, and Engineering in the Classroom*. Constructing Modern Knowledge Press, 2016. [Online]. Available: <https://books.google.com.br/books?id=4C5evgAACAAJ>
- [5] T. D. S. Cruz, “O ensino de robótica educacional e a base nacional comum curricular: a relação entre a cultura maker e as competências gerais,” in *Anais VI CONEDU*. Campina Grande: Realize Editora, 2019. [Online]. Available: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/61374>
- [6] L. d. S. Souza, “A cultura maker na educação: perspectivas para o ensino e a aprendizagem de matemática,” 2021. [Online]. Available: https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/820/1/tcc_Lais%20dos%20Santos%20Souza.pdf
- [7] C. E. Magrin, I. Carolina Luppi Ribas, T. Alencar Ribas, M. Seraphim Vítola, P. Trequin, J. Jhosep Surdi, C. Setenareski Magrin, and E. Todt, “Promovendo a Aprendizagem da Robótica nas Escolas com Metodologias Ativas e o Desenvolvimento de um Robô Móvel Acessível para Redução das Desigualdades Sociais,” in *Anais do XIII Computer on the Beach - COTB’22*, vol. 1, no. 1. Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí, jul 2022, pp. 212–219. [Online]. Available: <https://periodicos.univali.br/index.php/acotb/article/view/18811>
- [8] A. D. M. Hawari and A. I. M. Noor, “Project based learning pedagogical design in steam art education,” *Asian Journal of University Education*, vol. 16, no. 3, pp. 102–111, 2020. [Online]. Available: <https://myjms.mohe.gov.my/index.php/AJUE/article/view/11072>
- [9] R. W. Bybee, *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. Arlington, VA: NSTA Press, 2013.
- [10] M. Honey, G. Pearson, and H. Schweingruber, *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. Washington, DC: National Academies Press, 2014. [Online]. Available: <https://doi.org/10.17226/18612>
- [11] T. J. Masson, L. F. d. Miranda, A. H. Munhoz Jr., and A. M. P. Castanheira, “Metodologia de ensino: Aprendizagem baseada em projetos (pbl),” in *Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*, Belém, 2012. [Online]. Available: <http://www.abenge.org.br/cobenge/arquivos/7/artigos/104325.pdf>
- [12] J. P. Queiroz-Neto, M. S. F. d. Farias, and E. L. T. Chagas, “Project based learning e design thinking em um projeto de intercâmbio,” *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, vol. 16, no. 3, p. 1791–1806, jul. 2021. [Online]. Available: <https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/14557>
- [13] C. E. Ribeiro, M. T. C. Turossi, G. T. Daniela de Freitas, R. H. C. Palácios, and E. Todt, “Use of robotics and iot in basic education: A systematic mapping study,” in *2023 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2023 Brazilian Symposium on Robotics (SBR), and 2023 Workshop on Robotics in Education (WRE)*. IEEE, 2023. [Online]. Available: <https://ieeexplore.ieee.org/document/10333058>
- [14] A. A. P. Maciel *et al.*, “Os impactos da pandemia na cadeia de suprimento das empresas de componentes elétrico-eletrônicos.” 2023.
- [15] C. E. Souza and J. M. Pereira, *Educação Tecnológica: Teoria e Prática*, 3rd ed. São Paulo: Editora Acadêmica, 2020.
- [16] R. d. S. Lima, *Metodologias Ativas no Ensino de Engenharia*, 1st ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2023.
- [17] A. P. Silva, *Robótica Educacional: Teoria e Prática*, 2nd ed. Curitiba: Editora Universidade, 2021.