Metodologia de Ensino em Robótica Empregando Ferramentas da Engenharia de Sistemas

Pierre V. S. Sousa * **Filipe A. S. Rocha** ** **Carmelita E. Vidigal** ***
Gustavo M. Freitas*

* *Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, MG (e-mail: pierrevictor@ufmg.br, gustavomfreitas@ufmg.br)*
** *DETEM, Universidade Federal de São João del-Rei, MG (e-mail: filipe.rocha@coppe.ufrj.br)*
*** *Associação Efigênica Vidigal de Educação e Cultura, MG (e-mail: soropita@gmail.com)*

Abstract:
This article proposes a teaching approach in robotics that adopts an active learning methodology in response to the growing demand for qualified professionals in science, technology, engineering, and mathematics. Grounded in systems engineering concepts, educational robotics theories, and active methodologies, this proposal aims to promote digital inclusion for vulnerable citizens. The Brazilian educational context faces challenges related to social inequality, particularly in access to educational opportunities. Therefore, the proposed methodology is applied in the project entitled Robotics League of the *Associação Efigênia Vidigal de Educação e Cultura*, a social organization. Focusing on students from public schools in Belo Horizonte, the association seeks to mitigate these inequalities by providing access to a robotics course that not only develops technical skills but also promotes essential competencies for the professional of the future. The adopted approach assists instructors by providing pre-prepared activities and lesson plans. Additionally, it offers a clearer view of the students' progress and the overall course, highlighting areas that need improvement. Thus, it is possible to foster a continuous process of course enhancement and student learning.

Resumo:
Este artigo propõe uma abordagem de ensino em robótica adotando metodologia ativa de aprendizagem como resposta à crescente demanda por profissionais qualificados em ciência, tecnologia, engenharia e matemática. Fundamentado em conceitos de engenharia de sistemas, teorias de robótica educacional e metodologias ativas, a proposta visa não apenas a inclusão digital, mas também a formação de cidadãos críticos e preparados para os desafios do futuro. O contexto educacional brasileiro enfrenta desafios relacionados à desigualdade social, especialmente no acesso a oportunidades educacionais. Assim, a metodologia proposta é aplicada no projeto intitulado Liga da Robótica da Associação Efigênia Vidigal de Educação e Cultura, organização de cunho social. Focando em estudantes provenientes de escolas públicas em Belo Horizonte, a associação busca mitigar essas desigualdades, proporcionando acesso a um curso de robótica que não apenas desenvolve habilidades técnicas, mas também promove competências essenciais para o profissional do futuro. A abordagem adotada auxiliou os instrutores, fornecendo atividades e planos de aula já preparados. Além disso, ela ofereceu uma visão mais clara da situação dos alunos e do curso, destacando pontos que precisam de melhorias. Dessa forma, é possível trabalhar em um processo contínuo de aprimoramento do curso e da aprendizagem dos alunos.

Keywords: Educational Robotics; Active Learning; Social Action.
Palavras-chaves: Robótica Educacional; Aprendizagem Ativa; Ação Social.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os cursos de engenharia têm enfrentado uma queda na taxa de inscrições e um aumento na evasão dos alunos (Kiperman et al., 2023). A precariedade no ensino básico dos ingressantes e o método de ensino tradicional são fatores que contribuem para esse fenômeno (Leite et al., 2022). Assim, uma linha de ação para mitigar esse problema consiste em motivar os alunos ainda no ensino básico ao oferecer disciplinas lúdicas e introdutórias às engenharias.

No aprendizado das Engenharias, tão importante quanto saber os conceitos teóricos é também implementá-los concretamente. Tal característica se torna evidente no ensino da robótica, onde um código programado deve ser embarcado no robô a fim de fazê-lo comportar-se da forma desejada. No entanto, um desafio é a dificuldade que os alunos encontram em aprender os conceitos passados. A implementação de metodologias de ensino eficazes é essencial para superar essa dificuldade, beneficiando tanto alunos quanto instrutores. Além disso, a introdução de disciplinas técnicas são vitais para preparar os jovens para o mercado profissional e incentivá-los a ingressar cursos de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (STEM).

O Fórum Econômico Mundial identificou as dez principais competências e habilidades mais valorizadas pelo mercado de trabalho atual (Masterson, 2023): pensamento criativo, pensamento analítico, alfabetização tecnológica, curiosidade e aprendizagem contínua, resiliência, flexibilidade e agilidade, pensamento de sistemas, Inteligência Artificial (IA) e *big data*, motivação e autoconsciência, gestão de talentos, orientação de serviço e atendimento ao cliente. Assim, torna-se relevante propor metodologias de ensino que também trabalhem estas características nos alunos.

As metodologias ativas de ensino se adequam a esse contexto, pois estimulam os estudantes a aprenderem de forma autônoma e participativa por meio da resolução de problemas reais. Dessa forma, os alunos realizam tarefas que os desafiam a pensar criticamente, agir com iniciativa e participar de debates, se tornando responsáveis pela construção do conhecimento. O envolvimento do aluno na busca de novos aprendizados, baseado na compreensão, na escolha e no interesse, é uma condição fundamental para ampliar suas habilidades de exercer a liberdade e autonomia na tomada de decisões ao longo de sua jornada educacional, preparando-o para sua futura carreira profissional (Berbel, 2012).

Recentemente, o ensino da robótica deixou de ser exclusivo dos cursos de graduação e tem se difundido também na educação básica. A construção de robôs fascina naturalmente os mais jovens, tornando-a uma disciplina ideal para introduzi-los em atividades técnicas de programação, eletrônica e resolução de problemas. Assim, a utilização da robótica educacional desempenha um papel fundamental no fornecimento de uma instrução abrangente aos estudantes sobre os conhecimentos e as tecnologias contemporâneas, ao mesmo tempo em que aprimora suas habilidades e competências. Isso inclui a capacidade de conduzir pesquisas, aprimorar o pensamento crítico, enfrentar obstáculos na resolução de problemas e desenvolver o raciocínio lógico (Almeida, 2015).

Considerando o cenário exposto, o objetivo deste artigo é elaborar aulas de robótica voltadas para estudantes do ensino básico baseando-se em metodologias ativas de ensino e utilizando ferramentas da Engenharia de Sistemas, como o SysMl e gestão de projetos. Como produto, serão criados roteiros estruturados para as aulas para serem utilizados pelos futuros instrutores, bem como questionários sistemáticos para colher o feedback dos alunos quanto ao conteúdo ministrado. A metodologia é aplicada no projeto Liga da Robótica + da Associação Efigênia Vidigal de Educação e Cultura.

Localizada na cidade de Belo Horizonte-MG, a Associação Efigênia Vidigal de Educação e Cultura (AVEC) é uma organização da sociedade civil que se dedica à promoção da educação, cultura, ecologia e assistência social para comunidades carentes. Em 2023, a AVEC contou com 51 voluntários e 175 estudantes atendidos, que juntos somaram mais de 1700 horas de atividades. A associação desenvolve projetos de ensino da robótica em formato de cursos a jovens do ensino publico. No caso da Liga da Robótica+, o curso utiliza materiais da Lego, desde o software de programação com a linguagem Scratch e os Kits de robótica Spike Prime e EV3, e será destinado a estudantes de escolas públicas a partir do oitavo ano do ensino fundamental e todos os anos do ensino médio, com idade máxima de 19 anos. O curso tem duração de um ano e o foco na preparação dos alunos para a modalidade prática de nível dois da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). Assim, é esperado que o curso facilite a compreensão dos alunos em relação ao conteúdo didático, bem como desenvolver o raciocínio lógico e da capacidade de solução de problemas. Além disso, um curso bem planejado viabilizará uma melhor preparação dos instrutores voluntários, facilitando a organização em relação ao conteúdo e a condução da aula, uma vez que já terão todo o material preparado especificamente para o projeto.

Este artigo está estruturado em seis seções. A presente seção introduz o tema abordado e apresenta os objetivos propostos. A segunda seção apresenta uma breve revisão bibliográfica de trabalhos relacionados ao tema e métodos de ensino empregados. A seção três detalha o projeto Liga da Robótica da AVEC, que será utilizada como caso de aplicação. Em seguida, a seção quatro descreve a metodologia proposta, apresentando os materiais e métodos a serem utilizados. A quinta seção apresenta e discute os resultados obtidos. Por fim, a seção seis resume o artigo e sugere atividades futuras.

2. TRABALHOS RELACIONADOS

O ensino de robótica para adolescentes se beneficia quando utiliza metodologias e ferramentas que os estimulem a concentrarem-se nas atividades. Assim, a proposta deste trabalho envolve utilizar conceitos da engenharia de sistemas aliada e metodologias ativas para estruturar o formato das aulas e atividades propostas no curso de robótica.

⋆ Agradecimentos à Associação Efigênia Vidigal de Educação e Cultura, à Universidade Federal de Minas Gerais, à Universidade Federal de São João del-Rei, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

2.1 Engenharia de sistemas

A engenharia de sistemas oferece uma abordagem interdisciplinar crucial para o desenvolvimento bem-sucedido de sistemas, abrangendo todas as fases do ciclo de vida do projeto, desde a identificação das necessidades do cliente até o descarte. Seu objetivo é garantir a entrega de produtos de alta qualidade que atendam às demandas dos usuários. Diferente de abordagens focadas em partes individuais, a engenharia de sistemas considera todos os aspectos de um problema, integrando aspectos sociais e técnicos (Walden et al., 2015). Engenheiros de sistemas são responsáveis por conceber, arquitetar e projetar sistemas, gerenciando a complexidade e os riscos, e definindo métricas para avaliar a eficácia dos sistemas implantados. A engenharia de sistemas utiliza uma variedade de ferramentas, técnicas, métodos, conhecimentos, padrões, princípios e conceitos para garantir o sucesso dos sistemas (INCOSE, 2023). A proposta de ensino descrita nesse artigo emprega conceitos da engenharia de sistemas, incluindo modelagem e levantamento de requisitos, gestão de projetos, documentação de soluções e métodos de verificação e validação do curso.

2.2 Métodos de ensino

As metodologias ativas envolvem processos interativos de aquisição de conhecimento, análise crítica, investigação, estudos e tomada de decisões, tanto individualmente quanto em grupo, para resolver desafios específicos (Berbel, 2012).

A Figura 1 ilustra que essas metodologias focam no aluno, promovendo autonomia, reflexão, problematização da realidade, trabalho em equipe, inovação e valorização do papel do professor. Esta abordagem estimula o aluno a ter um papel mais ativo no aprendizado, contrapondo-se ao método tradicional onde o aluno é um elemento passivo que recebe o conteúdo teórico já processado pelo professor (Diesel et al., 2017).

A autonomia é crucial, pois, ao contrário do método tradicional onde o aluno é passivo, a metodologia ativa busca desenvolver uma postura crítica, preparando ele de maneira mais adequada para mercado profissional (Berbel, 2012). A problematização da realidade envolve apresentar problemas aplicáveis ao contexto real, ajudando os estudantes a assimilar esses contextos (Diesel et al., 2017). A reflexão crítica é necessária para que o aluno entenda como um conceito teórico ajudou a resolver um problema prático (Berbel, 2012). O trabalho em equipe promove a interação entre estudantes e docentes, estimulando a expressão de opiniões (Diesel et al., 2017).

A inovação requer ousadia tanto dos alunos quanto dos professores para renovar ou inventar novas metodologias educacionais (Diesel et al., 2017). O professor, como mediador e facilitador, deve promover a autonomia dos alunos, guiando-os de acordo com o desenvolvimento apresentado pela classe (Diesel et al., 2017).

A abordagem baseada em projetos é uma metodologia ativa que desafia os alunos a resolverem problemas reais por meio da investigação, colaboração e criação de produtos. Como exemplo, a abordagem baseada em projetos, adotada na disciplina Laboratório de Projeto III no curso de Engenharia de Sistemas da UFMG, destaca-se por integrar teoria e prática de forma eficaz (Nésio et al., 2020).

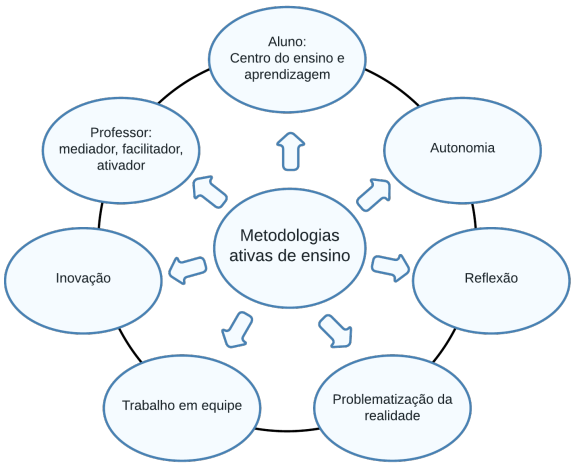

Figura 1. Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino. Fonte: Adaptado de Diesel et al. (2017).

Esse método é uma metodologia ativa que envolve os estudantes ativamente no processo, buscando informações, dialogando, registrando dados, realizando cálculos e reunindo os elementos necessários. Os alunos aplicam conceitos aprendidos em disciplinas anteriores para desenvolver seus projetos e buscam novos conhecimentos de maneira ativa. O professor, nesse contexto, atua como facilitador, coordenando os alunos (BELL, 2010).

Além da metodologia ativa, o uso de ferramentas e estratégias como o *storytelling* pode captar a atenção dos alunos. O *storytelling* utiliza narrativas de relevância social ou cultural para estimular a reflexão sobre conceitos e valores, solidificando ideias abstratas por meio de experiências e narrativas significativas. Isso torna o conhecimento ativamente construído pelos estudantes e professores, criando relações significativas entre o estudante e o objeto do conhecimento (M. Valença and Balthazar Tostes, 2019).

2.3 Robótica na educação

A criação de robôs oferece aos alunos uma formação em programação, eletrônica, mecânica, além de estimulá-los a resolver problemas concretos a partir de conceitos abstratos. Assim, a robótica se mostra como uma temática holística, desenvolvendo os discentes em diversas áreas importantes na Engenharia.

Nesta seção, são apresentados três estudos sobre o ensino de computação e pensamento computacional usando robótica em contextos educacionais, cada um com diferentes abordagens pedagógicas.

Souza (2021) desenvolveu um curso para crianças de sete a oito anos, ensinando conceitos básicos de Ciência da Computação, robótica LEGO, raciocínio lógico e programação. Utilizando metodologias ativas como computação desplugada e *storytelling*, sua pesquisa mostrou que essas abordagens aumentaram a interação e satisfação dos alunos, com uma análise baseada em suas reações às atividades.

Em (Oliveira, 2016), oficinas com robótica educacional foram usadas para desenvolver habilidades de pensamento computacional em alunos do ensino médio. Utilizando uma pesquisa qualitativa e quantitativa, o estudo revelou que a robótica educacional pode efetivamente melhorar

essas habilidades, com os alunos demonstrando evolução significativa em sua capacidade de criar algoritmos.

Silva (2009) apresentou uma metodologia de ensino de robótica para o ensino fundamental baseada na teoria sócio-histórica de *Lev Vygotsky*, usando o kit *Lego Mindstorms RCX*. Apesar dos desafios, o estudo concluiu que a robótica pode oferecer uma perspectiva aprofundada para análise de conteúdos educacionais, embora exija investimento financeiro significativo e um planejamento meticuloso das etapas de ensino-aprendizagem.

A proposta de ensino desse artigo se relaciona com os estudos anteriores ao empregar a robótica educacional LEGO, adotando uma abordagem de metodologia ativa e *storytelling* semelhante à de (Souza, 2021). Diferentemente dos estudos focados em pensamento computacional, este artigo enfatiza os princípios da engenharia de sistemas e inclui um mecanismo de coleta de *feedback* dos alunos.

Em resumo, os estudos anteriores aplicaram suas metodologias com alunos do ensino fundamental e médio, obtendo resultados quantitativos e qualitativos. Este trabalho aplica a metodologia proposta e realiza uma coleta parcial dos resultados durante o segundo semestre do projeto Liga da Robótica +.

3. PROJETOS DA ASSOCIAÇÃO EFIGÊNCIA VIDIGAL DE EDUCAÇÃO E CULTURA

Atualmente, a AVEC está envolvida em dois projetos principais: Garotas Aplicadas e Liga da Robótica (AVEC, 2023). Este último, que será o foco deste artigo, é subdividido em três categorias: Liga da Robótica I, Liga da Robótica II e Liga da Robótica +. Na Liga da Robótica +, os alunos provenientes de ligas anteriores, estão sendo preparados para competir na Olimpíada Brasileira de Robótica. A maioria dos colaboradores envolvidos em ambos os projetos, sejam eles alunos ou profissionais, desempenha o papel de instrutor voluntário. Além disso, é relevante destacar que alguns voluntários possuem uma formação genérica sobre o assunto das aulas, por vezes não sendo ainda especialistas no ensino de robótica até o início das atividades.

A Liga da Robótica tem como principal objetivo proporcionar aos alunos o aprendizado dos fundamentos essenciais de programação e hardware. Para isso, é utilizada a linguagem de programação Scratch e os Kits de robótica da Lego, que incluem o WeDo, Spike Prime e EV3, como ferramentas fundamentais no processo educacional. Atualmente, as aulas seguem os planos de ensino previamente estabelecidos pela Lego, os quais estão acessíveis no site [1]. Qualquer modificação no cronograma é desafiadora, principalmente para instrutores sem experiência didática. Além disso, é observado que muitos dos alunos que participam dos projetos apresentam dificuldades na compreensão dos conceitos abordados em sala de aula.

A Liga da Robótica + realiza a preparação para a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). A OBR possui duas modalidades: teórica e prática. Na modalidade prática, é esperado que os alunos projetem e construam um robô autônomo para realizar o resgate de vítimas em um ambiente de desastre natural emulado (OBR, 2023). A Figura 2 ilustra um exemplo de pista representativa dos desafios da competição.

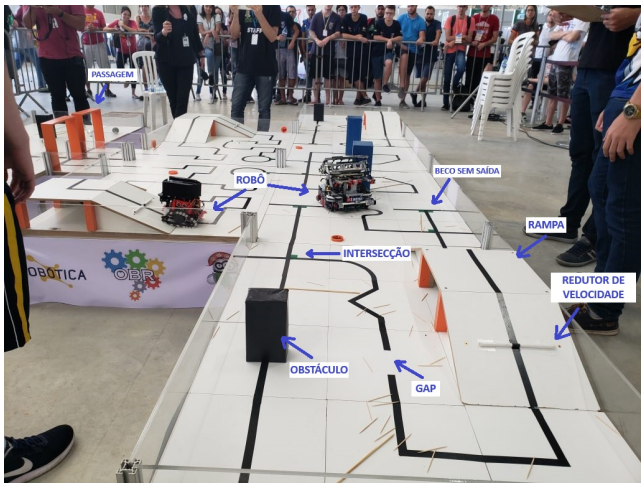

Figura 2. Exemplo de pista da modalidade prática da OBR. Fonte: OBR (2023).

4. METODOLOGIA PROPOSTA PARA O ENSINO DE ROBÓTICA

A metodologia de um sistema proposto para o ensino de robótica para estudantes de escolas públicas a partir do oitavo ano do ensino fundamental e todos os anos do ensino médio, pode ser dividida em quatro etapas, incluindo: modelagem estrutural do curso e requisitos necessários utilizando o SysML; elaboração de atividades com base na metodologia ativa; definição de processos para a validação do curso; e organização das aulas. Estas etapas estão descritas nas próximas subseções. Além disso, todos documentos elaborados estão disponíveis no *GitHub* [2].

4.1 Modelagem SysML

O curso de robótica é modelado utilizando SysML, uma linguagem utilizada para apoiar a análise, especificação, design, verificação e validação de sistemas complexos. Esses sistemas podem incluir componentes variados, como hardware, software, dados, pessoas, procedimentos e instalações (Friedenthal et al., 2014). O Visual Paradigm é a ferramenta escolhida para essa modelagem devido ao suporte ao SysML e à disponibilidade de uma versão gratuita para uso não comercial [3]. A abordagem sistêmica permite a elaboração completa do sistema, utilizando diagramas de estrutura e diagramas de requisitos para garantir a rastreabilidade e análise do modelo (Walden et al., 2015).

O conteúdo do curso é modelado com diagramas de estrutura, conforme ilustrado na Figura 3, focando nos três principais subsistemas: preparação do curso, preparação para competição, burocracia e logística. Entre os componentes de 'Preparação do curso' estão: 'Elaboração do currículo' referente à elaboração e organização de todo o conteúdo didático necessário para o acontecimento das

[1] https://encurtador.com.br/hmqyH

[2] https://github.com/pierresousa/curso-robotica

[3] https://www.visual-paradigm.com/download/community.jsp

aulas; 'Recursos educacionais' com foco em prover recursos fundamentais para viabilizar as aulas; 'Instrutores de robótica' que visa a capacitação dos instrutores; e 'Alunos' que trata da organização dos discentes do curso, bem como suas tarefas e deveres. Já a 'Preparação para competição' considera os seguintes componentes: 'Projeto do robô' visando garantir que a construção e programação da plataforma seja adequada para o desafio; 'Arena de prática' buscando prover como ambiente de testes uma pista similar à da competição; e 'Competição' que visa criar uma experiência próxima a da competição, para que os alunos aprendam de maneira prática as regras da olimpíada. Por fim, os elementos associados à área de 'Burocracia e logística' incluem: 'Cadastro e inscrição de alunos', com o objetivo de garantir que os alunos sejam cadastrados e inscritos na olimpíada; 'Transporte' para garantir o meio de locomoção dos competidores até os eventos; 'Alimentação' para prover as necessidades de alimentação da equipe; e 'Permissão de viagem' relacionado aos trâmites burocráticos para viabilizar a viagem dos competidores sob custódia da AVEC.

Essa modelagem permite uma visão clara e organizada dos subsistemas e seus componentes, sendo possível identificar as relações entre os elementos do sistema, entender a hierarquia entre os componentes, e garantir que todos os aspectos essenciais do curso sejam devidamente representados e considerados. Além disso, essa modelagem facilita a comunicação entre professores do curso, fornecendo uma representação visual que pode ser facilmente compreendida e discutida, auxiliando na identificação de possíveis melhorias ou ajustes necessários.

Cada um dos componentes presentes nos subsistemas apresentados na Figura 3 representam aspectos fundamentais que permitem o sucesso do projeto. Os componentes da preparação do curso focam nos materiais, recursos, corpo docente e discente para ser possível o acontecimento do curso. Por sua vez, os componentes dos subsistemas restantes, tem como foco exclusivo a Olimpíada, pensando em recursos e burocracias nesse contexto.

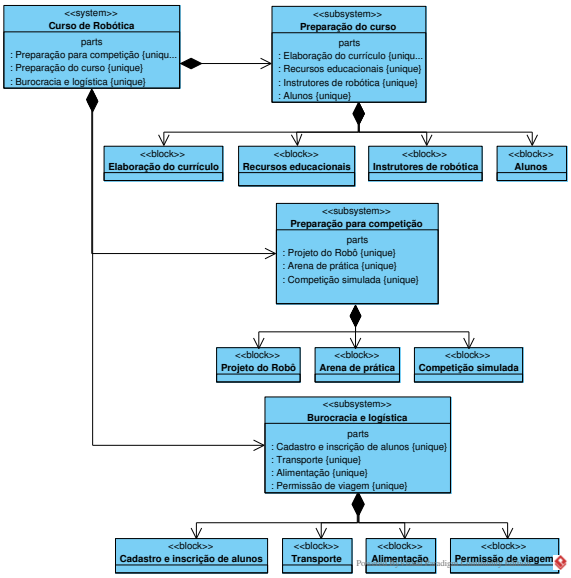

Figura 3. Modelagem do curso de robótica no software SysML.

Além da modelagem dos subsistemas, são levantados requisitos para cada componente do curso, abrangendo não apenas as funcionalidades esperadas do robô, mas também aspectos de suporte, como materiais essenciais para as aulas e logística para a competição. O planejamento considera a participação dos alunos exclusivamente na etapa regional da OBR.

4.2 Materiais e métodos de ensino

O curso visa preparar os alunos para o nível dois da OBR, onde estes devem construir um robô autônomo que cumpra as regras e tarefas do edital. A metodologia ativa, especialmente a aprendizagem baseada em projetos, será adotada para esse fim, visando a criação do robô autônomo como projeto final.

Cada desafio da olimpíada corresponde a uma funcionalidade do robô autônomo a ser implementada, que serão tratadas como atividades ao longo do curso. As atividades foram subdivididas para conciliar programação e montagem, utilizando a metodologia *storytelling* para despertar o interesse dos alunos.

As atividades são distribuídas para equipes de no máximo quatro alunos, e utilizando conceitos de gestão de projetos, os alunos devem dividir as tarefas entre si, para garantir que cada um seja responsável por uma parte da atividade. É incentivada a documentação das soluções utilizadas para concluir a atividade, com uma seção específica no documento de atividade para os alunos descreverem os passos tomados. Além disso, o instrutor deve atuar como facilitador, explicando o projeto esperado e direcionando os alunos às fontes de conhecimento quando surgirem dúvidas, conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4. Instrutor da AVEC auxiliando aluno durante o desenvolvimento da atividade. Fonte: AVEC (2023).

4.3 Verificação e validação do curso proposto

A verificação do progresso do curso ocorre por meio do preenchimento do documento "Verificação das Atividades" ao final de cada aula, onde os instrutores registram a data, equipe, *status* (finalizado ou pendente) e observações sobre as atividades propostas.

O desempenho das equipes é avaliado por meio de um questionário avaliativo de múltipla escola que visa medir o conhecimento técnico adquirido por cada aluno. A cada mês, os alunos preenchem um formulário de *feedback* sobre o curso, com perguntas de escala Likert (Tanujaya et al., 2022) e uma pergunta aberta para comentários adicionais. Ao tornar anônimas as respostas, o questionário estimula que os discentes informem suas verdadeiras opiniões sobre seus sentimentos sobre o curso.

A coleta e análise dos dados são realizadas pelo instrutor utilizando planilhas do *Google Sheets*, garantindo o armazenamento e acesso aos dados coletados em sala de aula para análises futuras. Além disso, *notebooks* do *Google Colaboratory* também estarão disponíveis no mesmo diretório de cada planilha, onde será possível gerar gráficos e nuvem de palavras utilizando as bibliotecas *matplotlib* e *wordcloud* a fim de contribuir para o processo de análise.

A nuvem de palavras tem a capacidade de oferecer uma visualização rápida e intuitiva dos termos mais frequentes em um conjunto de textos, permitindo a identificação imediata de temas e padrões predominantes. Essa ferramenta facilita a análise preliminar de grandes volumes de dados textuais, destacando palavras-chave de forma visualmente atraente e acessível, mesmo para aqueles sem formação técnica, o que pode guiar investigações mais detalhadas e ajudar na comunicação eficiente de percepções em apresentações e relatórios (Vilela et al., 2020).

4.4 Planos de aula

Os planos de aula são essenciais como guia para os instrutores, pois detalham os conhecimentos, atividades e procedimentos a serem adotados durante as aulas. Cada plano de aula deve incluir o tema abordado, objetivos gerais, etapas previstas, metodologia, avaliação e bibliografia (Spudeit, 2014).

O tema abordado na aula direciona o processo de ensino, enquanto os objetivos gerais estabelecem os resultados amplos que se pretende alcançar, fornecendo um senso de propósito e direção. As etapas previstas organizam as atividades planejadas e alocam tempo para cada item, desde a apresentação do projeto proposto até a coleta de questionários e formulários de feedback. A metodologia utilizada descreve as abordagens de ensino e os recursos necessários, delineando a dinâmica e os métodos de ensino. A avaliação envolve o método pelo qual o instrutor irá avaliar o desempenho das equipes em relação à atividade proposta, verificando a realização do projeto e validando se o conteúdo entregue era o esperado. A bibliografia lista os materiais de referência relacionados à aula, fornecendo recursos adicionais para esclarecer dúvidas ou aprofundar o entendimento dos alunos.

Com base nessas diretrizes, foram elaborados planos de aula para cada atividade do curso, incluindo sete sessões principais: carga horária, tema abordado, objetivos gerais, materiais, procedimentos metodológicos e orientação didática, avaliação e referências.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A metodologia proposta anteriormente foi aplicada parcialmente em um curso preparatório para a OBR já em andamento na AVEC, contando apenas com alunos da rede de ensino pública, que possuem entre 12 e 16 anos, sendo 2 garotas e 13 garotos. A atividade foi escolhida conforme a coincidência no cronograma, resultando na atividade *Desvio de Obstáculo*. O objetivo desta atividade é fazer com que o robô detecte um obstáculo na sua frente e contorne-o.

Os alunos iniciaram a atividade preenchendo a seção de divisão de tarefas e em seguida partiram para a construção e programação, com um robô utilizando sensor ultrassônico para desviar de um obstáculo.

Figura 5. Equipes são responsáveis pela construção e programação de seu robô. Fonte: AVEC (2023).

Ao final da aula, os alunos documentaram como solucionaram a atividade proposta, responderam ao questionário e coleta de *feedback* sobre a atividade que está disponível no *Git Hub* [4]. O questionário conta com cinco perguntas referentes à lógica e também perguntas técnicas, com o intuito de avaliar o conhecimento sobre programação e o hardware utilizado, sendo: saber a importância de voltar a seguir linha após desviar de um obstáculo; como o robô irá desviar de obstáculos de diferentes dimensões; qual uso correto dos blocos de programação para identificar um obstáculo em uma distância curta; tipo de estrutura condicional utilizada para desviar do obstáculo; e por fim, os tipos de materiais que o sensor ultrassônico é capaz de detectar. Já em relação ao *feedback* da atividade, é feita uma pergunta sobre o sentimento do aluno ao fazer o desafio e também uma justificativa para a opção escolhida. Além disso, foi realizada também a coleta de *feedback* em relação ao curso, cujo formulário está disponível no *GitHub* [5].

A Figura 6 apresenta a porcentagem de acerto dos alunos no questionário da atividade *Desvio de Obstáculo*; a nota média obtida pela turma neste questionário foi de 57,73%. Esse indicador indica a necessidade de trabalhar mais conceitos técnicos, a fim de aprimorar os conhecimentos dos alunos. Mas não só isso, este resultado leva a uma reflexão sobre o processo de ensino dos instrutores e se os recursos didáticos são suficientes para garantir o aprendizado dos alunos.

Para entender o sentimento dos alunos em relação à atividade, a Figura 7 apresenta os *feedbacks* dos alunos,

[4] https://encurtador.com.br/xJSX8
[5] https://encurtador.com.br/efx46

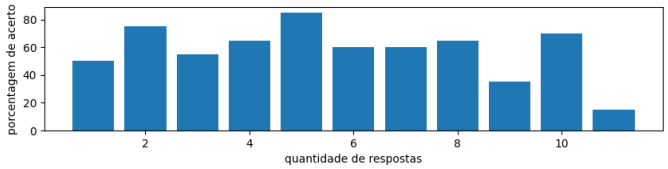

Figura 6. Porcentagens de acerto no questionário da atividade *Desvio de Obstáculo*.

cuja nota média está em 3, sendo 4 a máxima. Além disso, se acrescenta a está análise a nuvem de palavras da Figura 8 mostra que os alunos acharam a atividade muito difícil e devido a isso a nota não é a máxima. Esse sentimento de dificuldade se apoia nos resultados encontrados no questionário.

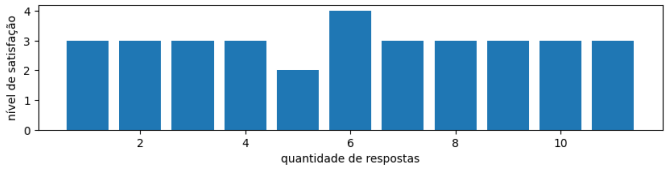

Figura 7. Feedback dos alunos da atividade *Desvio de Obstáculo*.

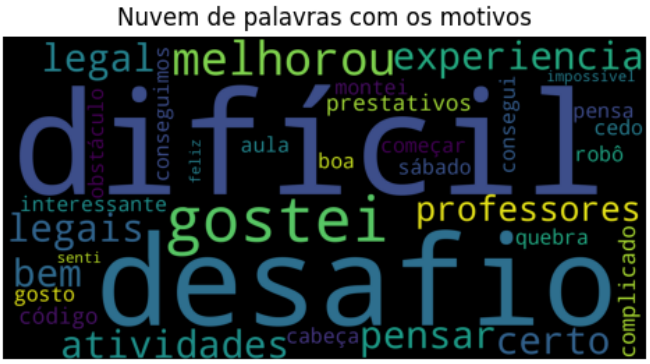

Figura 8. Nuvem de palavras da justificativa para o feedback dos alunos da atividade *Desvio de Obstáculo*.

O formulário de *feedback* sobre o curso conta com seis perguntas que visam identificar: o sentimento do aluno sobre o curso; se o material didático é satisfatório; se o instrutor apresenta de maneira clara e objetiva; se o material para o robô é suficiente; se os computadores são bons; e se o espaço físico é adequado. A partir disso, a Figura 9 mostra que no geral, todas as perguntas estão *feedback* médio acima de 3.

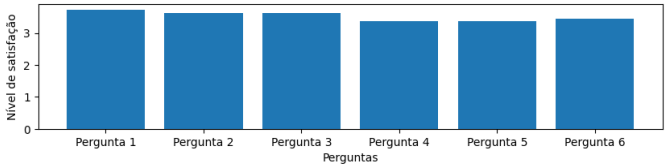

Figura 9. Feedback dos alunos em relação ao curso.

As Figuras 8 e 10 apresentam nuvens de palavras renderizadas a partir das respostas dos alunos aos formulários de feedback das atividades e do curso. Pelos termos que foram mais citados, nota-se que os alunos gostaram das atividades e encararam o curso como uma experiência engradecedora, mesmo achando as atividades difíceis de serem realizadas. Isso em grande parte se deve à abordagem ativa das atividades aliada ao apoio técnico dos instrutores.

Ao verificar os questionários, foram encontradas duas respostas onde os alunos solicitaram mais espaço, mais auxílio dos instrutores, uma maior quantidade de aulas e revisão do conteúdo. Com base nesses dados, foram elaborados planos de ação para as sugestões levantadas: em relação ao espaço, é possível analisar inicialmente a possibilidade de melhorar a organização do ambiente atual; as demais sugestões podem ser atendidas fornecendo materiais para pesquisa, orientando os alunos a buscar dentro do material e explicando a matéria tanto de forma teórica quanto prática sempre que houver dúvida.

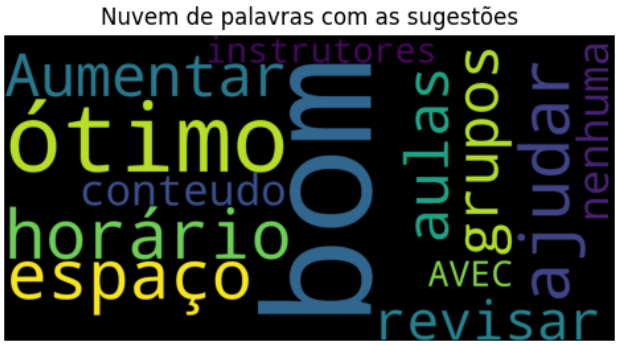

Figura 10. Nuvem de palavras com sugestões de melhoria para o curso.

Os resultados apresentados destacam a necessidade de um acompanhamento mais eficaz dos alunos para garantir seu aprendizado técnico. Também é perceptível que a abordagem dos instrutores, ao permitir que os alunos sejam protagonistas na busca pelo conhecimento, pode não ter sido completamente eficaz ao proporcionar o apoio necessário aos alunos. No entanto, é importante que o processo de ensino não consista somente em fornecer soluções prontas, mas sim em orientar os alunos para poderem chegar a suas próprias soluções e maximizar seu aprendizado. Além disso, como a metodologia de ensino proposta foi aplicada em apenas uma atividade ainda, é natural que a avaliação do curso não seja ainda completamente positiva.

6. CONCLUSÃO

Este artigo propõe uma abordagem de ensino em robótica empregando ferramentas da Engenharia de Sistema e metodologia ativa de aprendizagem. Entre as estratégias utilizadas, estão incluídas a modelagem e levantamento de requisitos, gestão de projetos, documentação, verificação e validação. A metodologia de ensino baseia-se no método ativo e na elaboração de projetos, proporcionando uma experiência educacional que integra teoria e prática, incentivando assim a busca autônoma pelo conhecimento por parte do aluno. A proposta é aplicada no projeto Liga da Robótica da Associação Efigênia Vidigal de Educação e Cultura, uma instituição social que atende alunos de escolas públicas na cidade de Belo Horizonte (Minas

Gerais), buscando assim promover a inclusão, equidade e desenvolvimento integral dos participantes.

Com base nos resultados apresentados, fica evidente que a metodologia aplicada no curso de robótica da AVEC foi capaz de proporcionar uma experiência educacional enriquecedora para os alunos, satisfeitos em relação aos recursos e instrutores do curso. No entanto, também foram identificadas pontos de melhorias para garantir um aprendizado técnico mais eficaz, como um melhor acompanhamento dos alunos pelos instrutores e o fornecimento de conteúdos didático a fim de auxiliar o processo de busca por informação.

Uma sugestão seria corrigir os pontos levantados pelos alunos na atividade em sala de aula, e replicar a metodologia nas demais atividades realizadas ao longo do curso. Isso permitiria avaliar se houve uma melhoria no conhecimento e na satisfação dos alunos.

Além disso, a proposta educacional apresentada nesse artigo não se restringe apenas ao contexto da AVEC. Os métodos e abordagens discutidos podem ser aplicados em diferentes contextos educacionais, desde o ensino fundamental até o ensino superior, e em diversas áreas do conhecimento, indo da engenharia às ciências humanas.

Portanto, conclui-se que o curso de robótica desenvolvido para a AVEC representa uma iniciativa promissora para a promoção da inclusão e do desenvolvimento educacional dos alunos. No entanto, é necessário continuar aprimorando a metodologia e acompanhando o progresso dos alunos para garantir resultados ainda mais positivos no futuro.

REFERÊNCIAS

Almeida, C.M.d.S.d. (2015). *A importância da aprendizagem da robótica no desenvolvimento do pensamento computacional : um estudo com alunos do 4º ano*. Tese (mestrado em educação), Universidade de Lisboa.

AVEC (2023). Site da associação efigênia vidigal de educação e cultura. Disponível em: `https://avecmg.org.br/`. Acesso em: 15 de setembro de 2023.

BELL, S. (2010). Project-based learning for the 21st century: Skills for the future. *The Clearing House*, 83(2), 39–43.

Berbel, N.A.N. (2012). As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. *Semina: Ciências Sociais e Humanas*, 32(1), 25–40. doi:10.5433/1679-0383.2011v32n1p25. URL `https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/view/10326`.

Diesel, A., Santos Baldez, A.L., and Neumann Martins, S. (2017). Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. *Revista Thema*, 14(1), 268–288. doi:10.15536/thema.14.2017.268-288.404. URL `https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/404`.

Friedenthal, S., Moore, A., and Steiner, R. (2014). *A Practical Guide to SysML, Third Edition: The Systems Modeling Language*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA, USA, 3rd edition.

INCOSE (2023). Systems engineering. Disponível em: `https://www.incose.org/systems-engineering`. Acesso em: 2 de outubro de 2023.

Kiperman, A., Rocha, D., Hoffman, G., Trivelato, L., Severo, R., and Braga, R. (2023). A queda de matrículas nos cursos de engenharias. URL `https://desafiosdaeducacao.com.br/queda-cursos-de-engenharias/`.

Leite, M.C.A., Souza, J.P.M.d., and Santos, R.S. (2022). A evasão no ensino da engenharia antes da ascenção da pandemia da covid-19: uma revisão narrativa.

M. Valença, M. and Balthazar Tostes, A.P. (2019). O storytelling como ferramenta de aprendizado ativo. *Carta Internacional*, 14(2). doi:10.21530/ci.v14n2.2019.917. URL `https://www.cartainternacional.abri.org.br/Carta/article/view/917`.

Masterson, V. (2023). Future of jobs 2023: These are the most in-demand skills now - and beyond. Disponível em: `https://www.weforum.org/agenda/2023/05/future-of-jobs-2023-skills/`. Acesso em: 15 de setembro de 2023. World Economic Forum.

Nésio, R., Freitas, P., and Freitas, G. (2020). Laboratório de projeto - concepção, gestão e implementação de projetos aplicados ao ensino de engenharia de sistemas. In *Anais do Congresso Brasileiro de Automática 2020*. sbabra. doi:10.48011/asba.v2i1.1600.

OBR (2023). Site da olimpíada brasileira de robótica. Disponível em: `https://www.obr.org.br/`. Acesso em: 24 de setembro de 2023.

Oliveira, E.J.S.d. (2016). *Pensamento computacional e robótica: um estudo sobre habilidades desenvolvidas em oficinas de robótica educacional*. Tese (licenciatura em ciência da computação), Universidade Federal da Paraíba. URL `https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/2857`.

Silva, A.F.d. (2009). *RoboEduc: uma metodologia de aprendizado com robótica educacional*. Tese (doutorado em automação e sistemas; engenharia de computação; telecomunicações), Universidade Federal do Rio Grande do Norte. URL `https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/15128`.

Souza, M.R.d. (2021). *Contribuição de metodologias diversificadas na construção do pensamento computacional*. Tese (licenciatura em computação), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE) / Campus Petrolina.

Spudeit, D. (2014). Elaboração do plano de ensino e do plano de aula. *Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro*.

Tanujaya, B., Prahmana, R.C.I., and Mumu, J. (2022). Likert scale in social sciences research: Problems and difficulties. *FWU Journal of Social Sciences*, 16(4), 89–101.

Vilela, R.B., Ribeiro, A., and Batista, N.A. (2020). Nuvem de palavras como ferramenta de análise de conteúdo. *Millenium - Journal of Education*, Technologies, n.º 11. doi:10.29352/MILL0211.03.00230. URL `https://revistas.rcaap.pt/millenium/article/view/17103`.

Walden, D.D., Roedler, G.J., Forsberg, K., Hamelin, R.D., and Shortell, T.M. (eds.) (2015). *Systems Engineering Handbook: A Guide for System Life Cycle Processes and Activities*. Wiley, Hoboken, NJ, 4 edition.