

Joanimath Robot: Uma Plataforma Robótica Para o Auxílio no Ensino-aprendizagem da Matemática

Iago Oliveira, Glaucia Campos, Anderson Souza, Felipe Oliveira
iagocomputacao@gmail.com, {glauciamelissa, andersonabner, felipeoliveira}@uern.br
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
Departamento de Ciência da Computação - Natal/RN

RESUMO

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma plataforma formada por um robô de baixo custo em formato de joaninha, denominado "Joanimath Robot" e um aplicativo de controle, de acordo com a execução de atividades relacionadas a matemática, servindo de apoio nos processos de ensino e de aprendizagem da disciplina no ensino fundamental. Foram elaborados quatro desafios contextualizados com alguns conteúdos da disciplina, visando o aprimoramento do aprendizado. Para avaliar a eficácia do robô, a plataforma foi testada com alunos de uma turma do 5º ano de uma escola estadual, localizada na cidade de Natal – RN. Nesta turma, foram realizados questionários de avaliação de conhecimento dos alunos antes e depois das oficinas com Robótica. Verificou-se que, após as oficinas, a Joanimath Robot, devido ao seu formato e interação, por meio de movimentos robóticos e da liberação de brindes pelo acerto das tarefas, motivou e melhorou o rendimento dos alunos na ordem de 28%, além de incrementar a interação social entre eles.

PALAVRAS-CHAVE

Robótica Educacional, Robô joaninha, Materiais reciclados, Aplicativo móvel, Matemática

1 INTRODUÇÃO

De acordo com as notas estatísticas do Censo Escolar 2021, divulgada pelo INEP, o Brasil possui 178,4 mil escolas de educação básica, com 46,7 milhões de alunos matriculados [12]. Um dos grandes desafios nas escolas é o ensino da Matemática. O método tradicional de ensino, no qual o professor fala e o aluno escuta, escreve na lousa e o aluno vê, muitas vezes, não desperta o interesse do aluno, que apenas recebe, memoriza e repete o que foi transmitido pelo docente, sem compreender [15]. Diante desta realidade, existem ferramentas tecnológicas que estão sendo propostas para auxiliar o ensino, visando melhorar o índice de aprendizagem.

Dentre estas ferramentas tecnológicas, a Robótica Educacional (RE) surge como uma grande aliada, proporcionando uma experiência agradável para os estudantes que se sentem atraídos e motivados. Por meio da RE, os alunos exploram novas ideias e descobrem novos caminhos na aplicação dos conceitos estudados em sala de aula e na resolução dos problemas propostos [7]. A RE proporciona a troca de

ideias, a elaboração de hipóteses para solucionar problemas e uma maior interação entre os alunos, que se socializam e desenvolvem o trabalho cooperativo [23].

As crianças estão intimamente conectadas à tecnologia, porém, essa tecnologia se restringe ao uso de jogos e redes sociais. Desta forma, a RE se propõe a mudar esta tendência, incentivando que a criança utilize a tecnologia de forma racional, eficiente e significativa [13].

Na literatura, alguns trabalhos exploram a robótica na educação [3, 5, 26, 28]. Observa-se que a maioria dos trabalhos utilizam kits de Robótica de alto custo como, por exemplo, os kits de robótica da LEGO. A utilização desses kits não diminui a importância dos trabalhos. No entanto, em um país desigual, como o Brasil, poucos tem acesso a essas ferramentas, devido ao baixo poder aquisitivo do brasileiro [18].

Uma alternativa para tornar a RE mais acessível é fazer o uso de materiais de baixo custo. De acordo com César e Bonilla [9]:

Atualmente existe uma situação de descarte de equipamentos obsoletos ou inutilizados que não justificam sua manutenção. Tais equipamentos costumam conter dispositivos eletromecânicos, como motores e sensores, além de materiais que podem ajudar o educando na montagem de seus projetos de controle de dispositivos eletrônicos a serem comandados (DEC), como eixos, roldanas, engrenagens, fiações, bornes de ligação, resistores, transistores, reguladores de tensão, etc. Estes dispositivos e materiais podem ser reaproveitados. Esta possibilidade não se limita a equipamentos de Informática. Aparelhos eletrônicos em geral, máquinas fotográficas e brinquedos fora de uso, podem ser também aproveitados integralmente ou em parte no projeto de controle do DEC.

No Projeto Robótica Livre, Albuquerque et al. [2] propuseram o uso de sucata de equipamentos eletroeletrônicos e outros materiais, para a construção de kits alternativos de RE e protótipos de artefatos técnicos/robóticos, bem como, a utilização de *softwares* livres como base para a programação destes artefatos. Santos, Souza e Maia [11] criaram o KEOMA, que é um robô de baixo custo, desenvolvido a partir de materiais reciclados e componentes eletrônicos reutilizados.

Nota-se que, dependendo do propósito de aplicação, torna-se possível criar uma ferramenta robótica, tão funcional quanto as ferramentas de alto custo, utilizando uma plataforma de prototipagem eletrônica *open hardware*, componentes eletrônicos de baixo custo e materiais reciclados, como sucata de impressoras, palitos de picolé, entre outros.

Fica permitido ao(s) autor(es) ou a terceiros a reprodução ou distribuição, em parte ou no todo, do material extraído dessa obra, de forma verbatim, adaptada ou remixada, bem como a criação ou produção a partir do conteúdo dessa obra, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos os devidos créditos à criação original, sob os termos da licença CC BY-NC 4.0.

EduComp'23, Abril 24-29, 2023, Recife, Pernambuco, Brasil (On-line)

© 2023 Copyright mantido pelo(s) autor(es). Direitos de publicação licenciados à Sociedade Brasileira de Computação (SBC).

Neste contexto, este trabalho apresenta o desenvolvimento de uma plataforma educacional denominada Joanimath Robot. Esta plataforma é formada por um robô de baixo custo em formato de joaninha (desenvolvido a partir de materiais reciclados) e um aplicativo para dispositivos móveis.

A Joanimath Robot, que foi desenvolvida utilizando as plataformas Arduino [6] e Android [4], tem como objetivo apoiar o processo de ensino e de aprendizagem da Matemática em séries iniciais do ensino fundamental.

O aplicativo, desenvolvido com a plataforma gratuita Kodular [19], conta com atividades matemáticas e um sistema de controle, via bluetooth, dos mecanismos e movimentos da Joanimath Robot, para que os alunos realizem as atividades propostas. Espera-se que ao utilizar a Joanimath Robot como ferramenta lúdica, o aluno se divirta no processo de aprendizagem e dê mais atenção ao conteúdo matemático, assim, tendo uma melhor experiência de aprendizado.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Silva [27] utilizou o kit Modelix Robotics para a construção de projetos trabalhando, na prática, os conceitos de física vistos no 1º ano do ensino médio de uma escola localizada no estado do Ceará. Foram desenvolvidas oficinas sob a orientação do professor titular da disciplina. Nestas, os alunos aprenderam eletrônica e informática básica, utilizando apostilas e outros materiais didáticos oferecidos pela Modelix Robotics, necessários para a construção dos robôs e sistemas utilizados nas oficinas. O autor concluiu que a RE trouxe a física mais para perto do cotidiano dos estudantes, retirando dela a característica histórica de um ensino exclusivamente expositivo e focado em técnicas de memorização.

Kunzler et al. [20] apresentaram a análise de uma Oficina de Robótica em uma escola pública, como integrante de uma atividade de extensão da disciplina de matemática, que objetivou integrar conhecimentos teóricos multidisciplinares à prática da criação de robôs para despertar nos discentes o interesse pelas ciências envolvidas nesse processo. A proposta do trabalho foi avaliar, por meio de uma abordagem qualitativa de um estudo de caso, a repercussão que a oficina de robótica assumiu nos processos de ensino e de aprendizagem dos alunos participantes. Como resultado, foi possível identificar que os participantes da oficina apresentaram avanços na apropriação de conteúdos relacionados à matemática, assumindo postura diferenciada em relação àqueles que não participam da mesma atividade.

O trabalho de Santos et al. [25] buscou esmiuçar o caminho entre as ações de descrever, compreender e explicar as possibilidades pedagógicas com o kit para o trabalho com a Robótica Educacional (RE), utilizado nas aulas das escolas municipais da cidade de Curitiba, denominado Ludobot, e o ensino de matemática. Esta pesquisa de abordagem qualitativa, do tipo descritiva, foi realizada com a utilização de análise de dados de um estudo de mestrado profissional, que tratava do uso da RE nos anos iniciais do ensino fundamental. Na análise, se evidenciou a importância da percepção dos embasamentos teóricos subjacentes à prática da RE e do trabalho docente para além das possibilidades dos recursos ou kits a serem utilizados. Os autores concluíram que, na pesquisa qualitativa, o pesquisador precisa ter a sensibilidade de se aproximar de seu objeto de estudo, visando estabelecer relações de pesquisa e, por vezes, distanciar-se

dele, para que seja possível a observação em relação a aspectos e enfoques diferentes.

Albertoni et al. [1] buscaram apresentar como os conteúdos matemáticos são abordados em aulas extracurriculares de robótica educacional com estudantes dos anos finais do ensino fundamental em uma escola especializada no município de Curitiba - Paraná, por meio do uso do kit LEGO Mindstorms - EV3. Os autores utilizaram a abordagem qualitativa com o método de estudo de caso e, através deste, foram observadas quinze aulas e selecionadas duas atividades para análise. Foi verificado que os estudantes formularam hipóteses para solucionar os problemas propostos, relacionando a linguagem natural à linguagem matemática. Especificamente em relação aos conhecimentos matemáticos, foi percebido que os conteúdos de unidades de medidas e geometria abordados na atividade não haviam sido trabalhados com os estudantes no ensino regular, contudo, durante o envolvimento na construção e programação dos robôs, estes conteúdos puderam ser abordados de forma prática e contextualizada.

O estudo desenvolvido por Freidemberg e Nicola [14] objetivou estabelecer a interação entre educação e tecnologia, fazendo um levantamento sobre a história da Robótica Educacional (RE) e da matemática, buscando oferecer metodologias alternativas, entre elas a RE ao professor e a escola para romper com os estigmas de que aprender matemática é monótono e sem significado. Para sua realização, foi utilizada como metodologia a pesquisa bibliográfica de livros, artigos e outras publicações sobre o tema. Os autores concluíram que a RE é capaz de incentivar os alunos a despertar a curiosidade pelo assunto tornando, assim, a sala de aula um ambiente atrativo e desmistificando crenças de que os conteúdos são difíceis ou sem importância.

Apesar de demonstrarem uma melhoria qualitativa e/ou quantitativa no processo de ensino e de aprendizagem de conteúdos vistos em sala de aula utilizando como ferramenta de apoio a RE, os trabalhos de Silva [27], Kunzler et al. [20] e Albertoni et al. [1] fazem uso de kits de RE comerciais que saem, em média, por US\$ 416.41 a unidade (valor convertido em dólar do dia 05 de outubro de 2022, cujo valor era equivalente a 5,21 reais), podendo representar um custo proibitivo, principalmente quando se fala em escolas públicas. O diferencial do trabalho aqui desenvolvido é a utilização de materiais reciclados para a construção do robô, fazendo com que a solução tenha o custo muito mais acessível e, conseqüentemente, possível de ser utilizado na prática principalmente pelas escolas municipais e estaduais.

3 METODOLOGIA

Esta seção apresenta alguns procedimentos metodológicos utilizados para a realização do trabalho. Inicialmente mostra-se a classificação da pesquisa. Na sequência apresentam-se os instrumentos utilizados para avaliar os resultados.

3.1 Classificação da Pesquisa

Com relação à finalidade, este trabalho classifica-se na condição de pesquisa aplicada, pois são produzidos conhecimentos e produtos que foram aplicados, na prática, como ferramenta educacional, para servir de apoio no processo de ensino e de aprendizagem de uma disciplina. De acordo com Vergara [29]:

A pesquisa aplicada é fundamentalmente motivada pela necessidade de resolver problemas concretos, mais imediatos ou não. Tem, portanto, finalidade prática, ao contrário da pesquisa pura, motivada basicamente pela curiosidade intelectual do pesquisador e situada sobretudo no nível da especulação.

Quanto aos objetivos, este trabalho caracteriza-se como descritivo, pois tabelas e gráficos apresentados são descritos. De acordo com Gil et al. [17], as pesquisas descritivas visam à descrição das características de uma população, fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Uma das características deste tipo de pesquisa é a utilização de técnicas padronizadas de coleta de dados, como o questionário e a observação sistemática.

Ainda quanto aos objetivos, se caracteriza como pesquisa exploratória, pois foi feito um levantamento bibliográfico em fontes confiáveis sobre os assuntos pertinentes ao presente trabalho. Para Gil et al. [17], a pesquisa exploratória busca proporcionar uma maior familiaridade com o problema, com o objetivo de torná-lo explícito ou a construir hipóteses. Envolve levantamento bibliográfico e considera variados aspectos sobre o fato ou fenômeno estudado, contribuindo para que o pesquisador tenha uma definição clara do que irá investigar.

O trabalho possui uma abordagem quali-quantitativa. Qualitativa pois as atividades realizadas foram registradas por meio de fotografias e gravações de áudio e vídeo, a fim de obter dados qualitativos, como reações e comentários dos alunos. Segundo Bogdan e Biklen [8], na pesquisa qualitativa, o ambiente natural é a fonte direta de dados, sendo que, neste tipo de pesquisa, o pesquisador precisa ter um contato direto com a situação estudada, a fim de obter dados descritivos, geralmente, por meio de entrevistas, fotografias, vídeos e notas de campo.

Também possui uma abordagem quantitativa, pois os resultados obtidos com a aplicação de questionários foram quantificados e apresentados por meio de gráficos. De acordo com Richardson et al. [24], o método quantitativo caracteriza-se pelo uso da quantificação na coleta de informações e no tratamento destas, utilizando técnicas estatísticas, como percentual, média e desvio-padrão.

Quanto aos procedimentos, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica pois, para obter conhecimentos prévios, bem como sustentar as ideias apresentadas neste trabalho, utilizam-se conceitos e ideias presentes em trabalhos científicos já publicados. De acordo com Fonseca [10], a pesquisa bibliográfica é realizada a partir do levantamento referências teóricas presentes na literatura. Assim, qualquer trabalho científico começa com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto.

Ainda quanto aos procedimentos, caracteriza-se como pesquisa-ação, pois havia um problema definido e uma proposta de solução, na qual o pesquisador e os alunos, participaram do processo de intervenção. Conforme Vergara [29], a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa idealizada e realizada para resolver um problema, em que o pesquisador se envolve no problema, trabalhando de modo cooperativo ou participativo, para solucionar um problema, com a participação dos diversos atores do processo.

3.2 Instrumentos para Avaliação dos Resultados

De acordo com consultoria realizada por uma profissional da área de pedagogia, o público-alvo que melhor se enquadraria com o propósito do trabalho seriam alunos do 4º ou 5º ano pois, levando-se em consideração a idade, teriam mais facilidade para manusear a Joanimath Robot. Então, decidiu-se trabalhar com uma turma do 5º ano do ensino fundamental.

Com o acompanhamento desta profissional, o projeto foi apresentado à direção da Escola Estadual Padre João Maria, em Natal-RN, cujos objetivos e resultados esperados com a realização das oficinas com Robótica foram mostrados. A direção da escola prontamente concordou com a realização das atividades, assinando um termo de concordância.

A direção informou que havia duas turmas do 5º ano. A turma escolhida foi a do 5º ano B, pois era a que mais apresentava dificuldades de aprendizagem.

A docente titular desta turma identificou os conteúdos que estavam sendo trabalhados no primeiro bimestre, sendo eles: ordens e classes, arredondamento e as quatro operações. A docente identificou que os alunos ainda tinham muita dificuldade nas quatro operações, sendo multiplicação e divisão as operações de maior dificuldade para eles. Também foi identificado que eles tinham dificuldades acerca de geometria. A partir destas observações, foram elaboradas as atividades e aplicadas, posteriormente, na turma.

Foram realizados 16 encontros em dois meses com os 22 alunos do 5º ano B, dos quais 18 alunos participaram efetivamente das oficinas. Os dois primeiros encontros foram destinados à apresentação do projeto e à aplicação dos testes de conhecimento antes da realização da oficina de robótica. Na sequência, a oficina foi realizada. Para verificar o desempenho dos alunos após as oficinas com utilização da Joanimath Robot, os testes foram novamente aplicados.

Os dados obtidos, por meio dos testes de conhecimento antes e após a oficina de robótica, foram quantificados e apresentados através de um gráfico comparando-se, assim, o real ganho do uso da plataforma de robótica educacional que foi desenvolvida neste trabalho: a Joanimath Robot.

3.3 Tecnologias Utilizadas

A Tabela 1 lista todos os materiais utilizados para a construção da Joanimath Robot, com os preços convertidos para o dólar do dia 05 de outubro de 2022, cujo valor era equivalente a 5,21 reais. Foram utilizados materiais recicláveis, representados na tabela, por meio dos valores que não tem custo. Também estão elencados na tabela os *softwares* envolvidos na construção do sistema móvel de controle do robô: a plataforma Kodular [19], que permite o desenvolvimentos de aplicativos para o sistema operacional Android e o Ambiente de Desenvolvimento Integrado do Arduino, chamado de Arduino IDE. Ambos os *softwares* são gratuitos.

O custo total para a construção da Joanimath Robot foi de 43.68 dólares, adquirindo-se os materiais no mercado brasileiro.

A utilização de materiais reciclados possibilitou a construção de uma plataforma sustentável e de baixo-custo, desta forma, tornando-a mais acessível quando comparada aos kits comerciais de Robótica Educacional. Por exemplo, o kit LEGO Mindstorms Ev3 custa 583.50 dólares no mercado brasileiro [21] e o kit Ludobot, utilizado no trabalho de Santos et al. [25], sai por 249.33 dólares a unidade [22].

Tabela 1: Custos dos principais materiais

Material	Quantidade	Valor (\$)
Arduino Mega 2560	1	11.25
Módulo Bluetooth HC-05	1	5.76
Sensor Ultrassônico HC-SR04	1	1.88
Ponte H L298N	1	2.27
Motor DC DG01D-A130	2	8.58
Servo Motor Tower Pro 9g SG90	2	10.40
LED difuso	3	0.75
Resistor	3	0.17
Buzzer Ativo 5VCC	1	0.37
Capacitor eletrolítico de 470uF 63VCC	1	0.46
Regulador de Tensão LM7805	2	2.35
Protoboard 170 pontos	2	2.17
Tubo de suplemento alimentar	1	0.00
Carreteis de linha de nylon	4	0.00
Recipiente de gel capilar	1	0.00
Fios de cabo de rede	1 metro	0.00
Chapa de madeira MDF	30cm ²	0.00
Cano de PVC	40cm	0.00
Palito de picolé	12	0.00
Tubos de caneta	2	0.00
Células de bateria notebook (3,6VCC)	2	0.00
Caixa de acrílico de jogo de cartas	1	0.00
Kodular	1	0.00
Arduino IDE	1	0.00
Total		43.68

3.4 Construção da Joanimath Robot

A construção da Joanimath Robot, visa ao desenvolvimento sustentável e o baixo custo. Ela foi construída utilizando os seguintes materiais reciclados: Sucata de impressoras (tampas, alguns parafusos, engrenagens e tracionador de papel), tubo de suplemento alimentar, recipiente de gel capilar, palitos de picolé, carreteis de linha de nylon, chinelo velho, sobra de fios de cabo de rede, sobra de cano de PVC e células reaproveitadas de bateria de notebook.

A Figura 1 mostra o diagrama esquemático da Joanimath Robot, feito no programa Fritzing [16]. Neste diagrama pode-se ver os dois servo-motores, no qual um deles será o responsável por controlar os movimentos da garra robótica (porta PWM 7 do Arduino Mega) e o outro fará a liberação de chicletes, em forma de bolinhas, para cada acerto do aluno (porta PWM 6). Eles trabalham com a tensão estabilizada em 5VCC pelos dois reguladores de tensão TP7805. Para a locomoção da Joanimath Robot, tem-se os dois motores DG01D-A130, de 5VCC, controlados pela ponte H L298N, que obedece aos comandos de acionar ou desacionar cada motor proveniente do Arduino Mega.

O sensor ultrassônico HC-SR04 é responsável pela medição da distância entre ele e um determinado objeto, para evitar que a Joanimath Robot colida com algum obstáculo e possa, também, interagir com cenários, em que seja necessário seguir linhas, por exemplo.

O módulo Bluetooth HC-05 foi utilizado para a comunicação entre o robô e o aplicativo instalado em um dispositivo móvel

(*smartphone*, tablet ou similares) dotado do Sistema Operacional Android.

O Buzzer Ativo de 5VCC, foi usado para emitir sons, como forma adicional de interação entre a Joanimath Robot e o aluno, tocando uma melodia quando ele acerta uma determinada tarefa.

Os LEDs vermelho e azul decoram as antenas do robô e o LED verde indica quando o bluetooth está conectado ao aplicativo instalado no dispositivo móvel.

A Figura 2 exibe a visão lateral do circuito físico da Joanimath Robot. Nele vê-se, acoplados no suporte, O Arduino Mega e uma das protoboards, com componentes interligados por meio de fios. Ao lado direito do suporte, visualiza-se a outra protoboard, que permite novas conexões. Embaixo do suporte é possível notar o módulo da Ponte H, com suas conexões. Também se percebe ao lado deste módulo, o suporte com as baterias que alimentam todo o circuito.

Observa-se a semelhança da Joanimath Robot com uma joaninha, na Figura 3(a), que oferece uma visão frontal e na Figura 3(b), em que se vê o robô lateralmente.

3.5 Desenvolvimento do firmware

Para que o hardware funcionasse corretamente, foi necessário programar as funcionalidades que a Joanimath Robot é capaz de realizar. Para escrever o código-fonte que implementa esses recursos e fazer o upload deste código para a plataforma de prototipagem eletrônica, utilizou-se o software de programação Arduino IDE [6].

Inicialmente é feita a leitura da distância entre o sensor ultrassônico e o objeto a sua frente. Se a distância for menor ou igual a 20 cm, os motores das rodas Joanimath Robot permanecem parados durante 100 milissegundos e, em seguida, são acionados para rotacionar, fazendo com que esta robô se movimente para trás durante 300 milissegundos, permanecendo parada após o término deste tempo. Estes processos acontecem enquanto a distância não for diferente da condição estabelecida. Quando a distância medida pelo sensor for diferente da condição imposta, o programa verifica se a conexão *Bluetooth* está disponível. Se estiver, o firmware faz a leitura do caractere enviado a partir do aplicativo, por meio do *Bluetooth*.

Se o caractere recebido for a letra “W”, os motores traseiros são acionados impulsionando a Joanimath Robot à frente. Caso o caractere recebido, seja a letra “S”, ela se movimenta para trás. Caso seja a letra “A”, o robô gira à esquerda. Se for “D”, gira à direita.

Se o caractere recebido for a letra “R”, o servo motor da garra robótica rotaciona a partir da posição equivalente a 160° (onde a garra está aberta), até chegar na posição referente à 10°, fechando a garra, para simular a ação de abraçar. Por meio desta funcionalidade, objetos podem ser agarrados. Caso seja “L”, a garra libera o objeto abraçado.

No momento em que o caractere recebido for a letra “B”, o mecanismo liberador de bolinhas é acionado para liberar uma bolinha, seja de gude ou um chiclete, a depender do usuário. Para tal, o servo motor do mecanismo rotaciona da posição referente a 100° (onde a passagem da bolinha é impedida), até a posição equivalente a 30° para liberar a passagem da bolinha ou chiclete pelo cano. Após esta ação, aguarda-se 1000 milissegundos, até o servo retornar para posição inicial de 100°, impedindo a passagem de uma nova bolinha/chiclete que for inserida no mecanismo. Por meio desta

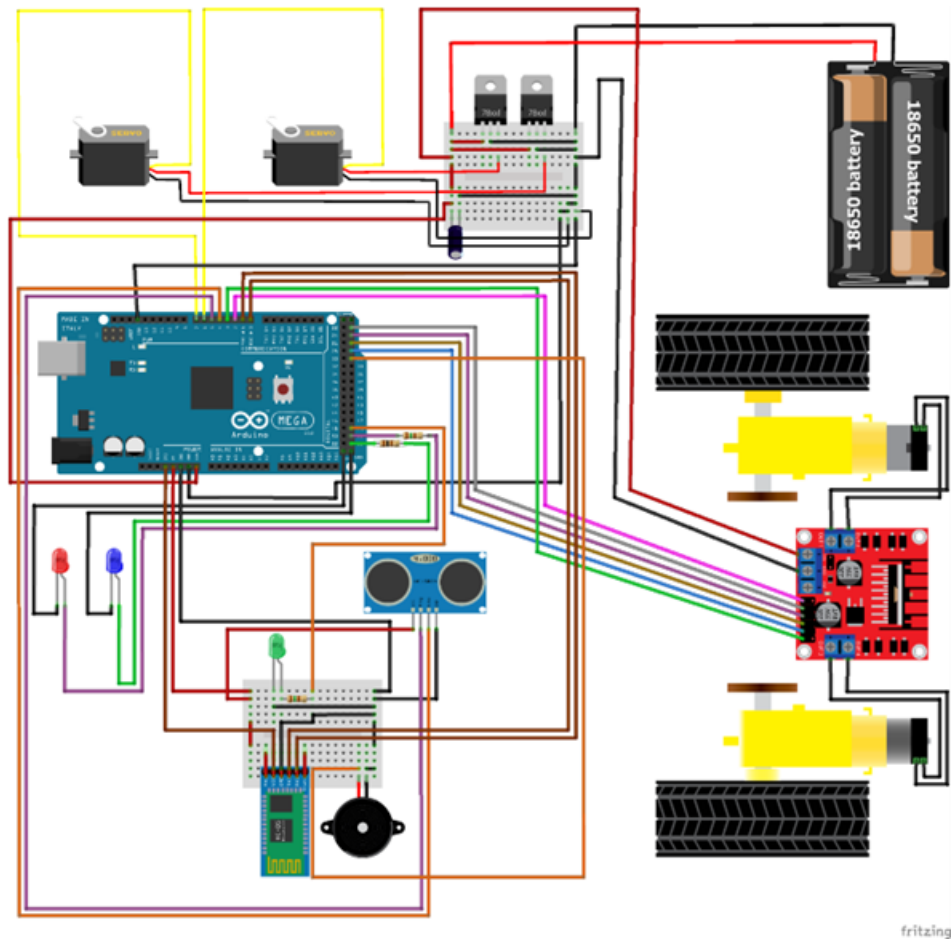


Figura 1: Diagrama esquemático da Joanimath Robot (autoria própria)

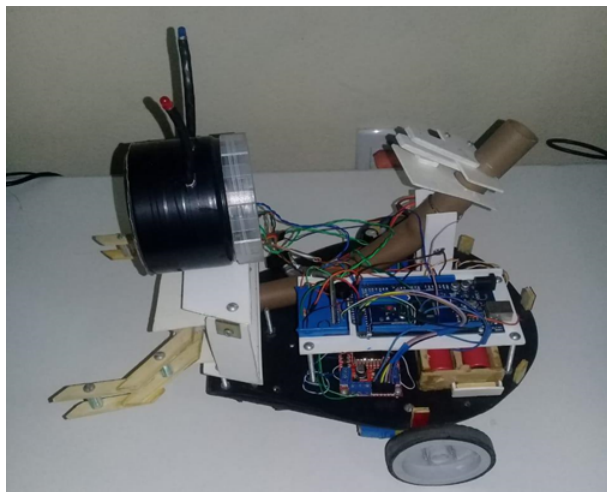


Figura 2: Circuito físico da Joanimath Robot

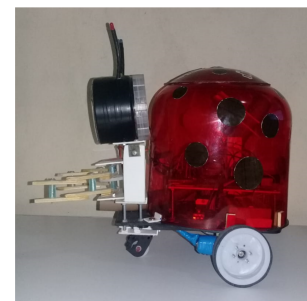


Figura 3: Visão frontal(a) e lateral(b) da Joanimath Robot

funcionalidade, um determinado aluno pode acertar um objeto com uma bolinha/chiclete, para indicar que este objeto corresponde a uma resposta correta, por exemplo.

Quando o caractere recebido for a letra “P”, chama-se uma função que permite que a Joanimath Robot se comporte de maneira “feliz”, fazendo o buzzer tocar uma melodia, que corresponde a repetição da sequência de notas musicais: dó, ré, mi, fá, sol, lá, si, dó. Em seguida, aguarda 50 milissegundos e os motores são acionados, fazendo o robô girar à esquerda durante 3 segundos. Por fim, espera-se 500 milissegundos, no qual o mecanismo liberador de bolinhas/chiclete é acionado, como forma de recompensar o estudante por ter resolvido uma atividade de forma correta.

Caso o caractere recebido seja “M”, chama-se no firmware a função que permite que a Joanimath Robot percorra alguns centímetros. Mais especificamente, os motores das rodas rotacionam no sentido horário, durante 500 milissegundos, permitindo a locomoção, até uma certa distância, parando ao final do tempo estabelecido.

3.6 Desenvolvimento do Aplicativo Móvel

O aplicativo desenvolvido neste trabalho tem como objetivo a execução de atividades matemáticas, bem como controlar os movimentos e o comportamento da Joanimath Robot, por meio de comandos enviados para o robô via Bluetooth. O aplicativo desenvolvido no Kodular [19], conta com desafios matemáticos relacionados à conteúdos que estavam sendo trabalhados na sala de aula na qual a oficina de robótica foi aplicada.

O aplicativo foi desenvolvido pensando na facilidade de uso, tanto dos professores quanto dos alunos. As opções apresentadas são claras e intuitivas, proporcionando fácil aprendizado no manejo da ferramenta.

A Figura 4(a) mostra a tela inicial do aplicativo, no qual é possível ao usuário obter informações da versão do aplicativo e dos autores do trabalho (botão “Sobre”), bem como acessar o menu dos desafios propostos (botão “Desafios”). Na Figura 4(b) nota-se os botões que levam aos desafios. A tela do desafio “Robô carinhoso e feliz” é vista na Figura 4(c). Os demais desafios seguem layout similar, com características inerentes a eles. O controle da robô é feito através dos botões que permitem sua locomoção e as funções de abraçar e soltar um objeto com a sua garra (Figura 4(d)).



Figura 4: Telas: inicial(a); dos desafios(b); de uma pergunta(c) e; de controle da Joanimath Robot(d)

A Figura 5 apresenta o fluxograma que retrata a sequência de funcionamento do aplicativo a partir da tela de desafios. O nome dos botões refere-se ao título lúdico dado aos desafios, que abordam conteúdos matemáticos. Se o usuário tocar no botão “robô carinhoso e feliz”, o aplicativo exibe a tela do primeiro desafio. Caso o botão “bolinha de gude com robô” seja pressionado, mostra-se a tela do segundo desafio. Quando o botão “abraço de robô” for

apertado, apresenta-se a tela do terceiro desafio. Ao pressionar o botão “maratona de cálculo”, no aplicativo, mostra-se a tela do quarto desafio.

4 OFICINAS COM A JOANIMATH ROBOT

As oficinas de robótica realizadas pela turma do 5º ano contaram com atividades em forma de desafios matemáticos desenvolvidos com o auxílio de uma profissional da área de pedagogia, que foram executados durante as quatro oficinas com Robótica. Para chamar a atenção do público-alvo, cada desafio recebeu um título lúdico (“Robô carinhoso e feliz”, “Bolinha de gude com robô”, “Abraço de robô” e “Maratona de cálculo”), conforme descrito em 3.6, que se refere a ações e comportamentos que a Joanimath Robot é capaz de executar.

O primeiro desafio divide-se em duas etapas. A primeira etapa consiste em guiar a Joanimath Robot para organizar os algarismos de um número em suas respectivas ordens e classes. A segunda etapa consiste em fazer com que a Joanimath Robot se comporte de maneira “feliz”. Para isso, deve-se responder no aplicativo um questionamento acerca de arredondamento.

No segundo desafio, o aluno deve resolver um problema matemático no aplicativo e comparar o resultado com o valor do perímetro de cada figura, que também foi calculado por ele. Ao encontrar a figura correspondente, deve-se utilizar o robô para acertar esta figura, com uma bolinha de gude.

O terceiro desafio assemelha-se ao segundo desafio. No entanto, ao invés de perímetro, trabalha-se a área das figuras geométricas, bem como, ao invés de acertar a figura com uma bolinha de gude, deve-se guiar o robô para levar esta figura até um depósito de respostas corretas.

Já o quarto desafio, trata-se de uma competição de cálculo, envolvendo as quatro operações. Ao resolver uma questão de múltipla escolha no aplicativo, a Joanimath Robot avança alguns centímetros, até chegar ao final de um percurso.

Antes da ocorrência de cada oficina, foi feita uma aula de revisão dos conteúdos a serem abordados pelo professor responsável pela turma. Ao final da aula, os alunos foram orientados a estudar o material em casa.

A Figura 6 mostra a execução de alguns dos desafios realizados durante as oficinas de robótica, no qual destaca-se o momento em que o aluno realiza atividades envolvendo o terceiro desafio (6(a)), atividades que envolvem cálculos (6(b)) e atividades que guiam a Joanimath em um caminho predeterminado (6(c)).

4.1 Resultados alcançados

Esta seção apresenta os resultados gerais de nove atividades realizadas pelos alunos, utilizando os recursos oferecidos em forma de desafios por meio do aplicativo móvel e da plataforma Joanimath Robot. Os resultados são analisados utilizando-se a comparação das atividades aplicadas antes (pré-teste) e após as oficinas de robótica (pós-teste).

Na primeira atividade, o aluno deveria responder a questões pertinentes a quantidade de dezenas, centenas ou unidades de milhar, referente a um número natural. No pré-teste, as questões foram respondidas corretamente por 83% dos alunos contra 100% de acertos no pós-teste.

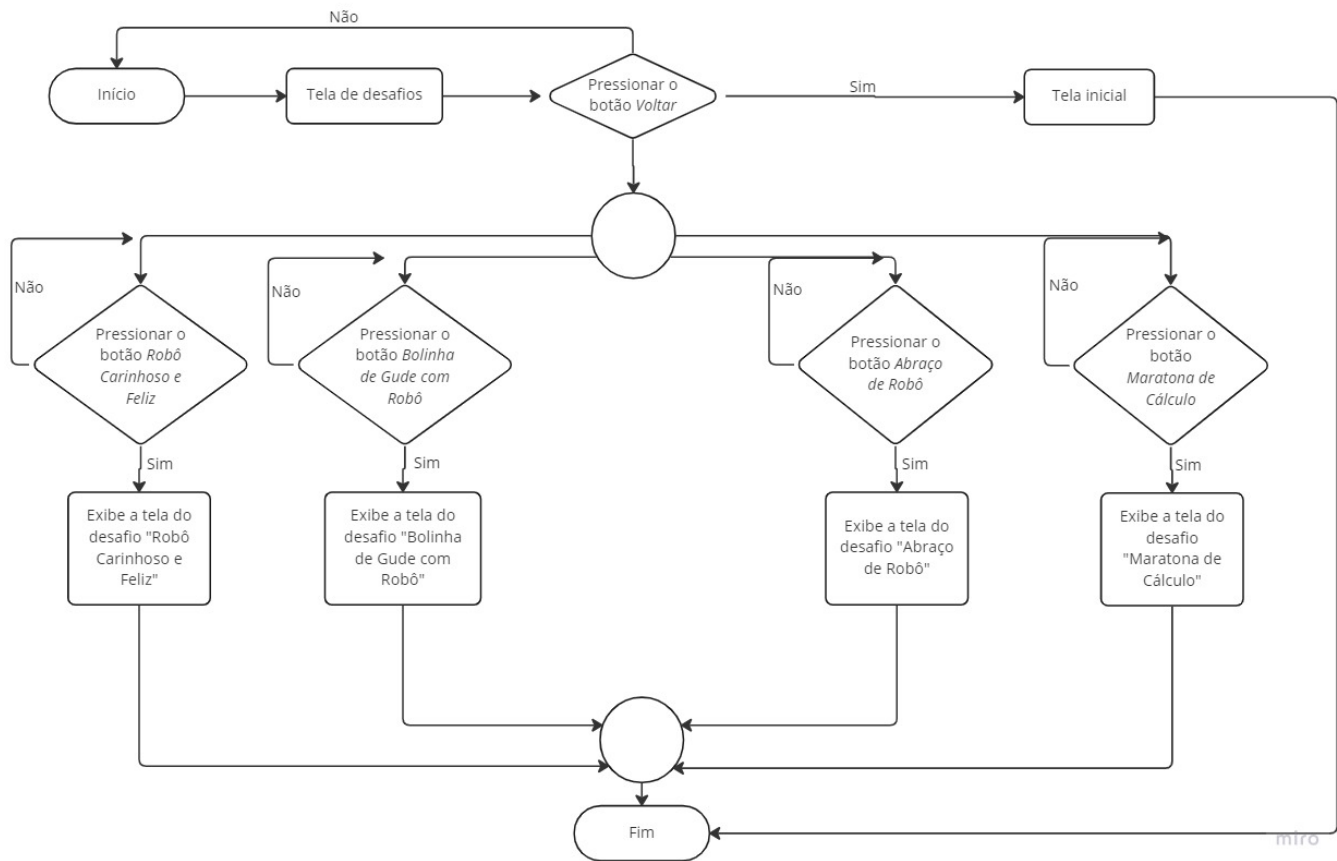


Figura 5: Diagrama esquemático da Joanimath Robot (autoria própria)



Figura 6: Algumas das tarefas realizadas pelos alunos durante as oficinas de robótica

Na segunda atividade, o aluno deveria arredondar números para a dezena e centena mais próxima. Resultados semelhantes a primeira atividade foram alcançados, com 83% de acertos no pré-teste e 100% no pós-teste.

A terceira atividade consistia em solicitar aos alunos a fazerem questões envolvendo operações de adição de dois números inteiros. Nos testes de avaliação inicial, houve 92% de acertos nas questões, enquanto que nos testes de avaliação final, 100% dos alunos acertaram as questões.

Semelhante abordagem foi adotada na quarta atividade, porém utilizando operações de subtração. Nestas questões, houve um leve avanço, no qual o pré-teste registrou 67% de acertos contra 75% no pós-teste.

Seguindo a mesma abordagem das atividades anteriores, a quinta atividade utilizou o operador de multiplicação. Como havia sido identificado pela professora titular da turma, os alunos apresentavam muita dificuldade nas operações envolvendo multiplicação. No pré-teste, 25% dos alunos responderam corretamente. No pós-teste, 58% conseguiram responder corretamente as questões aplicadas.

A sexta atividade seguiu a mesma lógica utilizada na atividade anterior, ao utilizar o operador de divisão. A divisão também era uma operação matemática preocupante nesta turma. No pré-teste, apenas 33% dos alunos conseguiram acertar as questões. Após as oficinas de Robótica, com o uso da Joanimath Robot, 67% responderam os exercícios corretamente.

O objetivo da sétima atividade foi verificar se o aluno conseguiria utilizar a régua (que foi disponibilizada) para medir linhas de diferentes comprimentos. Verificou-se que alguns alunos não sabiam utilizar a régua corretamente. No pré-teste, 67% deles conseguiram usar corretamente a régua para medir as linhas. Após as oficinas com Robótica, 100% conseguiram utilizá-la corretamente nas duas questões, já que uma das atividades realizadas durante a oficina era o de fazer com que a Joanimath Robot seguisse um caminho pre-determinado, baseado em uma distância previamente estabelecida.

A oitava atividade envolveu questões de cálculo do perímetro de quadrados e de triângulos retângulos, por meio da operação de adição. No pré-teste, 83% dos alunos responderam corretamente as questões. No pós-teste houve 100% de acerto.

A nona e última atividade consistia em cálculos similares a oitava atividade, porém utilizando a operação de multiplicação para resolvê-los. Durante o pré-teste, constatou-se que os alunos não sabiam a diferença entre área e perímetro. Notou-se que eles, ao visualizarem uma figura geométrica, automaticamente faziam a soma da medida dos lados. No pré-teste, apenas 12% dos alunos conseguiram responder corretamente as questões. Já no pós-teste, após trabalhar o conteúdo durante as oficinas, observou-se um grande avanço. Todos os alunos conseguiram responder corretamente.

O gráfico apresentado na Figura 7 faz um comparativo do percentual de acertos de cada atividade descrita anteriormente, relativa ao pré-teste e ao pós-teste.

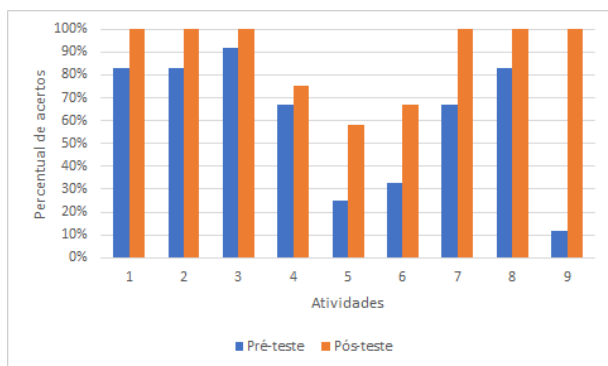


Figura 7: Gráfico comparativo do percentual de acertos da turma no pré-teste e no pós-teste

De acordo com o gráfico, pode-se perceber a evolução da turma após a oficina de robótica. A média aritmética de acertos da turma nos pré-testes foi de 61% contra 89% nos pós-testes. Verifica-se um ganho de 28%, ganho esse que tende a melhorar caso a oficina de robótica seja adotada na escola.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Acredita-se que todos os objetivos estabelecidos neste trabalho foram atingidos. A plataforma de Robótica Educacional foi desenvolvida com sucesso. A Joanimath Robot, que possui o formato de joaninha, chamou a atenção, não apenas do público infantil para o qual foi destinada, mas também dos professores, coordenadores e até da direção da Escola Estadual Padre João Maria, localizada na cidade de Natal-RN.

Os recursos e funcionalidades da plataforma foram motivacionais para os alunos. A exemplo de recurso motivacional, se tem a liberação de um chiclete, por meio da Joanimath Robot, como forma de brinde, durante as oficinas. Este recurso, ao ser visto pela primeira vez, estimulou e prendeu a atenção dos alunos nas explicações posteriores sobre o conteúdo matemático que estava sendo trabalhado.

A turma do 5º ano B, foi escolhida pela direção da escola para participar das oficinas, justamente por ser a turma que apresentava

maiores dificuldades de aprendizagem. Notou-se, por meio dos testes aplicados antes e depois das oficinas, que os alunos participantes evoluíram consideravelmente, alcançando um ganho médio de 28%.

Uma das grandes provas da viabilidade deste trabalho é o reconhecimento dos alunos participantes. Alguns deles declararam que, antes das oficinas de robótica com Joanimath Robot, não resolviam nenhuma atividade que envolvia uma ou mais operações matemáticas e que se sentiram motivados após a execução das oficinas.

Além da melhora no aprendizado, as oficinas com Robótica proporcionaram outros ganhos, tais como o senso de solidariedade, verificado quando os alunos se ajudavam mutuamente nas tarefas. Essa união em torno de um objetivo, proporcionou outros ganhos, tais como a socialização, uma maior interação entre os alunos e a troca de informações. Nos casos de diferenças de opinião, também foi identificado que os alunos conseguiram chegar à um consenso para atingir um objetivo em comum. Para realizar as atividades com a Joanimath Robot, alguns alunos tiveram que vencer a timidez e superar suas dificuldades. Observou-se também o surgimento de lideranças, que buscavam o apoio dos membros de sua equipe para ajudarem-se mutuamente na resolução dos desafios. Também foi constatado o interesse dos alunos em desenvolver seus próprios robôs.

5.1 Trabalhos Futuros

A seguir, apresentam-se algumas sugestões para trabalhos futuros:

- Elaborar novas oficinas de robótica, com novos desafios matemáticos, utilizando os recursos já disponíveis;
- Verificar a eficácia da plataforma com alunos autistas;
- Criar um manual de construção do robô, incluindo todas as plantas baixas da estrutura física;
- Adicionar um repositório de bolinhas, bem como desenvolver um mecanismo para que seja liberada apenas uma bolinha por vez e;
- Desenvolver um aplicativo dinâmico, no qual o próprio docente da turma possa adicionar as atividades a serem trabalhadas com o auxílio do robô.

REFERÊNCIAS

- [1] Neumar Regiane Machado Albertoni, Érica Oliveira dos Santos, Giane Fernanda, and Marco Aurélio Kalinke. [n.d.]. Robótica educacional: uma abordagem voltada para o ensino de matemática.
- [2] Ana Paula Albuquerque, Caio Monteiro Melo, Danilo Rodrigues César, and Daniel Mill. 2007. Robótica Pedagógica Livre: Instrumento de criação, reflexão e inclusão sócio-digital. In *Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, Vol. 1. 316–319.
- [3] Roberta Alvarenga dos Santos, Luiza Ressigui Gripp, and Tatiana Corrêa Campos Barreto. 2021. Ensino de proporcionalidade com uma abordagem lúdica por meio da robótica educacional. *Educação Matemática em Revista* 26, 73, 170–181.
- [4] Android. 2022. Android: a plataforma que define o impossível. <https://www.android.com/intl/pt-BR/pt/>.
- [5] Anna Paulla Fernandes Araújo et al. 2022. Uso da robótica educacional associada ao Tracker para o ensino de física.
- [6] Arduino. 2022. Arduino, Arduino IDE. <https://www.arduino.cc/>.
- [7] Fabiane Barreto Vavassori Benitti, Adilson Vahldick, Diego Leonardo Urban, Matheus Luan Krueger, and Arvid Halma. 2009. Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades e resultados. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, Vol. 1. 1811–1820.
- [8] Robert Bogdan and Sari Biklen. 1994. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto editora.
- [9] Danilo Rodrigues César and Maria Helena Silveira Bonilla. 2007. Robótica livre: implementação de um ambiente dinâmico de robótica pedagógica com soluções tecnológicas livres no Cet CEFET em Itabirito-Minas Gerais-Brasil. In *Anais do Workshop de Informática na Escola*, Vol. 1. 240–247.

- [10] João José Saraiva da Fonseca. 2002. *Apostila de metodologia da pesquisa científica*. João José Saraiva da Fonseca.
- [11] Alex Aquino dos Santos, Anderson Abner de Santana Souza, and Rosiery Maia. [n.d.]. KEOMA OPEN DOG ROBOT, UMA ALTERNATIVA DE BAIXO CUSTO PARA ROBÓTICA EDUCACIONAL.
- [12] Censo Escolar. 2021. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/plano-nacional-de-formacao-de-professores/censo-do-professor>. Acesso em 31.
- [13] Jefferson Gustavo FEITOSA. 2013. Manual didático-pedagógico. Curitiba: ZOOM Editora Educacional.
- [14] Ludmila Amanda Freidemberg and Celso Henrique Nicola. 2022. A robótica educacional como ferramenta facilitadora das aulas de Matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Eletrônica da Educação* 4, 2, 62-81.
- [15] Paulo Freire. 1976. Pedagogia del Oprimido, Educación y cambio.
- [16] Fritzing. 2022. Fritzing - electronics made easy. <https://fritzing.org/>.
- [17] Antonio Carlos Gil et al. 2002. *Como elaborar projetos de pesquisa*. Vol. 4. Atlas São Paulo.
- [18] IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2022. PNAD Contínua - Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua. <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?t=destaques>.
- [19] KODULAR. 2022. KODULAR: Much more than a modern app creator without coding. <https://www.kodular.io/>.
- [20] Odair José Kunzler, Marcelle Homrich Ravasio, Sandra Bazana Nonenmacher, and Taniamara Vizzotto Chaves. 2021. A robótica no ensino de matemática. *Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica* 1, 20, e8761-e8761.
- [21] LEGO. 2022. Lego 31313 Mindstorms Ev3 Tablet Programming. <https://produto.mercadolivre.com.br/MLB-2842318589-lego-31313-mindstorms-ev3-tablet-programming-2013-lacrado-?Mposition=2searchlayout=stacktype=itemtracking;d=85594571-e949-4076-af03-af6ef27f9ab2>.
- [22] Ludobot. 2022. Kit LudoBot. <https://loja.microduino.com.br/produtos/kit-ludobot-prefeitura-de-curitiba/>.
- [23] M de C Pinto. 2011. Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre. *Rio de Janeiro: UFRJ* 158.
- [24] Roberto Jarry Richardson, José Augusto Peres, José Carlos Vieira Wanderley, Lindoya Martins Correia, and Maria de Holanda de Melo Peres. 1985. *Pesquisa social: métodos e técnicas*. atlas São Paulo.
- [25] Érica Santos, Giane Gross, Neumarino Rodriguez, and Marco Kalinke. 2022. Abordagem qualitativa na busca de um contexto para o ensino de matemática em conjunto com a robótica educacional: o Ludobot e suas possibilidades pedagógicas nos anos iniciais do ensino fundamental. *Revista Paradigma* 43, Edición temática 2, 105-131.
- [26] Maria Verônica Segovia and Anderson Souza. 2017. Robótica educacional como ferramenta lúdica para o ensino de língua inglesa. *RENOTE* 15, 1.
- [27] João Pierre da Silva. 2021. Uma proposta de ensino de Física utilizando a robótica educacional.
- [28] Marcos Fabrício Campos Tavares, José Antônio Pinto, and Cristiana Schmidt de Magalhães. 2021. A UTILIZAÇÃO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL E GAMIFICAÇÃO EMPREGANDO O KIT EV3 LEGO: BUSCANDO ALTERNATIVAS PARA O ENSINO DE FÍSICA EM SINTONIA COM OS ALUNOS DA GERAÇÃO ATUAL. *Revista Valore* 6, 1278-1293.
- [29] Sylvia Constant Vergara. 2006. Projetos e relatórios de pesquisa. *São Paulo: Atlas*.