

Estudo e Produção de conteúdos educativos baseados no kit de robótica das Escolas Estaduais.

Clévison Henrique A. dos Anjos¹, Amaury Antônio de Castro Junior¹

¹Faculdade de Computação(FACOM) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS)

henrique_anjos@ufms.br, amaury.junior@ufms.br

Abstract. *The dissemination of robotics as a teaching tool for elementary and high school students remains a challenge. In this context, the development of support materials and practical educational solutions facilitates the introduction and exposure of many of these students to the subject. This article describes how the development of educational materials and tools, with an emphasis on the Mblock platform, can contribute to teaching in the Mato Grosso do Sul state education system, and how students can benefit from them. Furthermore, the study demonstrates the effectiveness of the developed solutions within the educational context.*

Resumo. *A disseminação da robótica como ferramenta de ensino para alunos do Ensino Fundamental e Médio ainda é um desafio. Neste contexto, o desenvolvimento de materiais de apoio e soluções educacionais de uso prático, viabiliza a entrada e o contato de muitos desses alunos à disciplina. Esse artigo descreve como a elaboração de materiais e ferramentas educacionais, com ênfase na plataforma Mblock, pode contribuir para atuação docente da rede estadual de ensino do Mato Grosso do Sul, e ainda como os alunos podem se beneficiar disso. Além disso, o estudo mostra o quanto as soluções desenvolvidas são efetivas dentro do contexto educacional.*

1. Introdução

Na década de 1960, Seymour Papert [Papert 1980] propôs o uso da programação e da robótica no processo de aprendizagem infantil, com base na teoria do construcionismo, que valoriza a construção ativa do conhecimento. Ao longo das décadas, essa abordagem foi viabilizada pelo avanço tecnológico e pela redução de custos dos equipamentos computacionais, transformando o modo como aprendemos.

A acessibilidade digital trouxe novas possibilidades para a educação. Com computadores em muitas casas e a evolução de dispositivos portáteis, a educação foi gradualmente pressionada a incorporar inovações metodológicas e tecnológicas.

As crianças e adolescentes, hoje, recebem informações em grande quantidade e velocidade, resultando na diminuição da eficácia dos métodos tradicionais frente aos novos estímulos digitais [Bers 2018] [Eguchi 2014]. Nesse cenário, a robótica educacional passou a ser considerada uma abordagem multidisciplinar eficaz para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais dos estudantes.

Em Mato Grosso do Sul, a Secretaria de Educação adotou a robótica como uma estratégia pedagógica ao distribuir kits educacionais desenvolvidos pela empresa Citti

para escolas estaduais. Essa medida está alinhada às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [SAE Digital 2024], instituída pelo Ministério da Educação (MEC) em dezembro de 2018, que estabelece um conjunto de habilidades e competências para cada nível de escolaridade. A BNCC serve como referência para escolas públicas e privadas, promovendo uma educação mais equitativa e acessível. Um dos grandes benefícios desse documento é assegurar o acesso equitativo aos conteúdos e conhecimentos curriculares a todos os alunos do país, independentemente de sua condição social ou localização geográfica.

Entre os pilares da BNCC, destaca-se o desenvolvimento científico e tecnológico, competências fundamentais para os estudantes do século XXI. Em consonância com essa diretriz, a Lei Federal nº 13.243/2016 [Brasil 2016], conhecida como Marco Legal da Ciência, Tecnologia e Inovação, reforça a importância do incentivo à ciência e ao desenvolvimento tecnológico. Essa legislação estabelece medidas para integrar a tecnologia à educação, valorizando o desenvolvimento de cidadãos críticos e preparados para os desafios de um mundo em constante transformação.

Complementando esse cenário, a Lei Federal nº 14.533/2023 [Brasil 2023] instituiu a Política Nacional de Educação Digital (PNED), que visa promover a inclusão digital, o ensino de computação, programação e robótica nas escolas, além de capacitar professores e estudantes para o uso efetivo das tecnologias digitais. A PNED estabelece diretrizes para a implementação de políticas públicas que garantam o acesso equitativo às ferramentas digitais, considerando as vulnerabilidades sociais e econômicas dos alunos.

No âmbito estadual, a Lei nº 6.136/2023 [Mato Grosso do Sul 2023] de Mato Grosso do Sul inclui a abordagem de noções de robótica como conteúdo transversal no currículo das escolas estaduais. Essa iniciativa tem como objetivo promover a interdisciplinaridade e a integração dos conceitos de robótica com outras matérias, incentivando o uso de materiais recicláveis e a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos pelos alunos.

Apesar dessas iniciativas, a implementação da robótica nas escolas estaduais enfrenta desafios significativos. A ausência de formação específica e de uma base curricular voltada para a robótica dificulta a adaptação de professores e alunos, limitando o pleno aproveitamento das ferramentas disponíveis. Além disso, observa-se uma carência de materiais didáticos compatíveis com as especificidades do kit fornecido. Recursos simples, acessíveis e ajustados às faixas etárias dos estudantes são raros e, quando existem, apresentam custos elevados que dificultam sua aquisição pelas escolas.

Além disso, uma ferramenta de programação simples e acessível é essencial para facilitar o uso dos kits. O *mBlock*, com uma interface gráfica acessível, de fácil assimilação e com conteúdos em português, destaca-se como uma opção viável para alunos e professores iniciantes.

Para facilitar o uso do *kit Cittius*, desenvolvemos uma extensão no *mBlock* destinada a alunos com pouca ou nenhuma experiência em programação, e uma biblioteca adicional para alunos com conhecimentos prévios. Complementamos essas ferramentas com um manual prático que detalha o *kit* e orienta o uso das novas funcionalidades.

Como parte da disseminação deste projeto, foi realizada uma oficina prática para os Professores PCPIs (Professores Coordenadores de Práticas Inovadoras) do estado; esses

docentes têm um papel especial de dar suporte à formação em serviço aos educadores da rede estadual, ou seja, eles são responsáveis por disseminar o conhecimento adquirido no proposto e nos demais cursos, com os demais docentes. Essa oficina teve duração de 16 horas e foi dividida em duas turmas, que proporcionaram uma introdução prática ao uso do *kit* e das ferramentas desenvolvidas.

2. Referencial Teórico

2.1. História e Evolução da Robótica Educacional

Na década de 1980, quando os computadores ainda estavam em fase inicial de popularização, *Seymour Papert* já defendia a importância de integrar tecnologias como a robótica ao ambiente escolar. Papert, idealizador do construcionismo, acreditava que os alunos aprendem melhor quando estão ativamente envolvidos em construções práticas e reais. Segundo essa teoria, o “aprender fazendo” permite um entendimento mais profundo e aplicado dos conceitos, tornando o processo de aprendizado mais significativo e duradouro.

Com o avanço das décadas, essa visão ganhou força, e as escolas passaram a integrar a robótica como parte de suas práticas pedagógicas [Mataric 2004] [Alimisis 2013], proporcionando aos alunos a oportunidade de desenvolver habilidades que vão além do conteúdo acadêmico, incluindo competências importantes para o mercado de trabalho. Em escolas públicas brasileiras, como as do estado do Mato Grosso do Sul, o uso da robótica ainda está em fase inicial, mas representa um avanço importante na democratização do acesso à educação tecnológica.

2.2. Tecnologia e Educação: Mudança de Paradigmas

O avanço acelerado da tecnologia nas últimas décadas obrigou a educação a se adaptar constantemente. A introdução de ferramentas como retroprojetores possibilitou novas metodologias de ensino, enquanto a chegada da internet modificou significativamente os processos de acesso e disseminação, promovendo abordagens pedagógicas mais interativas.

A popularização dos dispositivos móveis entre crianças e adolescentes trouxe outra revolução [Bers 2018], facilitando o acesso à informação e incentivando a autonomia no aprendizado. Diante dessas transformações, a robótica educacional surge como uma ferramenta que combina interatividade e prática, fomentando o pensamento crítico tanto dos discentes quanto dos docentes e oferecendo uma nova forma de aprender conceitos tradicionais através de atividades inovadoras.

2.3. Impacto da Robótica no Ensino Fundamental e Médio

Com o início da pandemia, houve uma aceleração na procura por novas tecnologias e, conseqüentemente, pela formação de profissionais qualificados para desenvolver essas soluções. O relatório *The Future of Jobs Report 2020* [World Economic Forum 2020] destacou como a demanda por habilidades tecnológicas aumentou, especialmente em áreas que envolvem programação e automação. No contexto da educação, a robótica se destaca como uma ferramenta eficaz para desenvolver essas competências desde o ensino fundamental e médio, proporcionando aos alunos uma introdução prática ao mundo da tecnologia e suas aplicações no mercado de trabalho.

A robótica educacional não só desperta o interesse dos alunos, mas também contribui significativamente para o desenvolvimento de habilidades técnicas, como lógica de programação e resolução de problemas, e habilidades emocionais, como trabalho em equipe e perseverança. Estudos indicam que a robótica pode melhorar o desempenho acadêmico [Eguchi 2014] [Bers 2018] [World Economic Forum 2020] e preparar os estudantes para profissões do século XXI, onde o pensamento crítico e a familiaridade com tecnologias emergentes são essenciais. Essas habilidades ajudam a preparar os alunos para uma transição mais suave ao mercado de trabalho, destacando-se como profissionais em um mundo cada vez mais digital e conectado.

Além disso, a robótica educacional tem-se mostrado uma importante ferramenta para o ensino das mais diversas matérias, promovendo a interdisciplinaridade. Isso tem ajudado não só os alunos a pensarem de forma crítica, mas também aos docentes que agora adotam a robótica como uma estratégia pedagógica deliberada para a abordagem de conceitos por meio de aplicações práticas.

2.4. Desafios da Implementação da Robótica na Educação Básica

Apesar dos benefícios, a implementação da robótica na educação básica enfrenta diversos desafios, especialmente em escolas públicas. Um dos principais problemas é a falta de infraestrutura adequada, como computadores, acesso à internet de qualidade e kits de robótica. Das diversas escolas observadas pelo Brasil, a maioria delas ainda não possui os recursos necessários para introduzir programas de robótica de forma eficaz, o que limita o alcance e o impacto dessas iniciativas. A falta de equipamentos e a alta dependência de recursos tecnológicos tornam a implementação um desafio em locais com infraestrutura precária.

Outro obstáculo significativo é a falta de capacitação dos professores. A robótica educacional exige um conhecimento técnico que nem todos os educadores possuem, e muitas vezes faltam oportunidades de formação específica nessa área. Para que o construcionismo seja aplicado de forma eficaz nas escolas, é fundamental que os educadores recebam treinamento adequado e contínuo, permitindo que eles utilizem a robótica como uma ferramenta multidisciplinar. Iniciativas como a produção de materiais didáticos, manuais práticos e oficinas de capacitação para educadores surgem como uma solução viável para superar esse obstáculo. Além disso, políticas públicas voltadas para a democratização do acesso à tecnologia, como as implementadas pela Secretaria de Educação do Mato Grosso do Sul, são essenciais para promover uma inclusão digital mais ampla, preparando os alunos para um futuro mercado de trabalho mais conectado e competitivo.

2.5. Kit Cittius

O Kit utilizado neste trabalho foi desenvolvido pela empresa brasileira Cittius. Ele apresenta componentes e um design semelhantes aos kits da LEGO, como o Mindstorms NXT e EV3, com peças de encaixe e elementos fáceis de manusear. Seu visual minimalista permite uma rápida adaptação dos alunos e facilita o aprendizado.

Os componentes do kit são divididos em entradas (sensores) e saídas (atuadores ou motores):

- 2 Motores grandes
- 1 Motor médio

- 1 Sensor de cor
- 1 Sensor ultrassônico
- 1 Sensor de temperatura
- 1 Sensor infravermelho
- 1 Sensor de som
- 1 Sensor giroscópio
- 1 Sensor de toque

Além disso, o kit inclui uma interface controladora, que processa os programas criados e gerencia as entradas e saídas dos sistemas.

Os motores exigem apenas a definição da direção (horário ou anti-horário) e da velocidade (0–100%). A principal diferença entre o motor médio e o grande é o eixo de rotação: enquanto o motor grande rotaciona de forma paralela, o motor médio realiza a rotação transversal.

Os sensores apresentam características específicas:

- Sensor de cor: Possui cinco modos de leitura, incluindo código de cores (1 a 7), e escalas de cinza, vermelho, verde e azul (valores de 0 a 255).
- Sensor ultrassônico: Mede distâncias em centímetros.
- Sensor de temperatura: Mede temperaturas em graus Celsius, seja de líquidos ou do ambiente.
- Sensor infravermelho: Reconhece sinais de controle remoto, com até quatro canais de frequência.
- Sensor de som: Mede níveis de decibéis no ambiente.
- Sensor giroscópio: Mede aceleração e giros nos eixos X, Y e Z.
- Sensor de toque: Detecta se está pressionado ou não.

O grande diferencial do Kit Cittius é o número de portas disponíveis: são 12 portas, comparadas às 4 de entrada e 4 de saída dos kits LEGO. Isso possibilita maior flexibilidade para conectar sensores e criar projetos diversificados, como experimentos de ciências, sistemas de irrigação e robôs dançarinos.

2.6. Mixly

O Mixly é o software originalmente recomendado pela empresa para a criação de projetos no Kit Cittius. Apesar de sua funcionalidade, o programa apresenta dificuldades de acesso e uso, como a falta de uma versão facilmente disponível para download e a interface parcialmente traduzida (com partes em inglês e chinês). Isso o torna pouco amigável para professores e alunos iniciantes.

2.7. Arduino Mega

O Arduino Mega é uma placa de prototipagem programável de código aberto, amplamente utilizada em projetos de automação, robótica e mecatrônica. Diferentemente da popular versão Uno, que possui 14 portas digitais e 6 analógicas, o Arduino Mega oferece 54 portas digitais e 16 analógicas, expandindo significativamente as possibilidades de conexão com sensores e atuadores.

A programação do Arduino é baseada na linguagem C, e a plataforma conta com um IDE próprio que permite a compilação e upload dos códigos diretamente na placa.

No contexto do Kit Cittius, o Arduino Mega é a placa controladora da interface principal. Essa interface inclui uma tela touchscreen, conectada por um shield, quatro botões frontais para navegação no sistema operacional, um buzzer para emissão de sons e uma bateria interna. As portas digitais e analógicas foram mapeadas para as 12 conexões RJ11 do kit.

No entanto, algumas limitações foram identificadas: a empresa utilizou resistores de capacidades diferentes em algumas portas, restringindo o uso indiscriminado de sensores.

2.8. mBlock

O mBlock é uma plataforma de programação visual baseada em blocos, inspirada no Scratch, o que garante uma interface intuitiva com foco educativo. Nela, o usuário arrasta e organiza blocos para montar códigos, tornando o processo acessível e didático, especialmente para estudantes do ensino fundamental e médio.

Com uma interface colorida, ícones intuitivos e suporte em português, o mBlock se destaca como uma ferramenta ideal para introduzir conceitos de robótica. Ele é compatível com o Arduino e outros microcontroladores, permitindo que projetos para outros kits sejam desenvolvidos sem a necessidade de conhecimentos avançados em linguagens de programação.

Por sua acessibilidade e simplicidade, o mBlock se destaca em relação ao mixly, e outras plataformas de programação por bloco, como apresentado por [Piedade et al. 2019]. Por isso foi escolhido neste trabalho como a principal ferramenta para o desenvolvimento de projetos educacionais com o Kit Cittius.

3. Desenvolvimento

O principal objetivo do desenvolvimento foi criar ferramentas que facilitassem o ensino de robótica nas escolas, promovendo o acesso lúdico e simplificado à informação para os alunos. Para atingir esse propósito, três frentes de trabalho foram desenvolvidas: uma Biblioteca para Arduino, uma extensão para o mBlock e um manual prático de instruções.

3.1. Biblioteca para Arduino

O primeiro passo no desenvolvimento consistiu em estudar o kit atual, avaliando sua construção, sensores, recursos, portas lógicas e a estrutura do firmware e do sistema operacional. A compreensão do kit é essencial para propor soluções eficientes e acessíveis.

O firmware padrão do Arduino Mega 2560 foi utilizado pela empresa, mas o sistema operacional do kit, desenvolvido em C++, possui algumas limitações, como a restrição do uso de sensores a portas específicas. Com o objetivo de promover a usabilidade e acessibilidade do kit, desenvolvemos uma biblioteca externa que substitui o sistema operacional, introduzindo métodos e atributos que viabilizam a execução de operações como controle dos motores, a leitura de sensores, o uso de tela, a emissão de sons e o controle de botões.

A nova biblioteca permite que os alunos utilizem diversos sensores sem a necessidade de instalar bibliotecas proprietárias específicas para cada componente, ampliando as possibilidades de configuração. Além disso, a biblioteca inclui melhorias na tela de

sensores, apresentando valores lidos em qualquer uma das 12 portas disponíveis, e na tela de configurações, onde é possível, por exemplo, ativar ou silenciar o som do kit.

A ideia original para utilização dessa biblioteca é para alunos mais avançados, que já dominam o mBlock e que desejam trabalhar com o kit de uma forma um pouco mais livre, possibilitando a eles um primeiro contato com linguagens de programação.

3.2. Extensão do mBlock

Com a biblioteca desenvolvida, foi possível usá-la como base para a criação dos blocos de programação na extensão do mBlock, organizados nas seguintes categorias:

- Motores
- Sensores
- Tela
- Som
- Botões
- Eventos
- Controle
- Operadores

Essas categorias abrangem funções diversas, como ligar motores, desenhar formas na tela, emitir sons e ler valores dos sensores. Com essa organização, os alunos conseguem aplicar a robótica de forma prática e intuitiva, utilizando uma interface visual amigável que reduz a complexidade das operações.

Desenvolvida especialmente para alunos sem experiência prévia em robótica ou programação, essa extensão se mostrou uma grande aliada no desenvolvimento de projetos. Além de incorporar todas as melhorias da biblioteca para Arduino, o mBlock, em comparação com o Mixly, oferece uma interface mais amigável, uma instalação mais simples e uma curva de aprendizado menor.

3.3. Manual Educativo

O manual educativo foi criado com ilustrações dos principais componentes do kit e uma linguagem acessível, alinhada com as boas práticas de design instrucional e aprendizagem visual [Bers 2018], adequada ao público-alvo, constituindo-se como um recurso instrucional de apoio pedagógico.

O manual está dividido em quatro capítulos principais:

1. **Introdução** - Explica o propósito do kit e seus componentes.
2. **Entradas e Saídas** - Detalha os sensores e atuadores disponíveis e suas funções.
3. **Sistema Operacional** - Descreve o funcionamento básico do sistema.
4. **Desenvolvimento** - Oferece exercícios práticos que guiam o uso da biblioteca e da extensão do mBlock.

Com essas seções, o manual facilita o entendimento e a utilização do kit, permitindo que professores e alunos aproveitem ao máximo as funcionalidades disponíveis.

4. Resultados

Com o objetivo de disseminar o material desenvolvido e auxiliar os docentes na aplicação dos conceitos em suas respectivas escolas, foi organizado um minicurso em parceria com a Secretaria de Educação do Estado. Esse minicurso foi destinado aos professores PC-PIs das escolas estaduais de Campo Grande-MS que possuíam acesso ao kit de robótica utilizado no projeto.

O curso foi realizado em duas turmas, cada uma composta por aproximadamente 15 docentes e com uma carga horária de 16 horas. Durante o curso, foram apresentados o kit de robótica e seus componentes, a ferramenta de programação mBlock, com a extensão desenvolvida, e a biblioteca específica para o Arduino, visando uma abordagem prática e eficaz.

Os participantes do curso incluíam educadores de diferentes áreas e com formações diversas, o que possibilitou um direcionamento personalizado. Além de aprenderem sobre os conceitos técnicos, os docentes foram capacitados a divulgar o conhecimento adquirido e a ensinar os alunos a utilizarem a robótica como ferramenta para resolver problemas reais.

Durante o curso, os professores foram submetidos a práticas baseadas no construcionismo, sendo divididos em 4 grupos para solucionar problemas propostos de maneira colaborativa. Essa metodologia, que valoriza o aprendizado prático através de tentativa e erro, incentivou a troca de ideias e a construção conjunta de soluções.

Ao final do minicurso, foi aplicado um questionário de avaliação baseado no trabalho de Gustavo Yoshio [Maruyama 2023] e utilizando o paradigma GQM (Goal-Requestion-Metric) [Caldeira and Rombach 1994] para determinar o nível de satisfação dos participantes em relação à facilidade de uso, utilidade, interface gráfica e aplicação do software mBlock5 em sala de aula. Além disso, a avaliação seguiu a Escala Likert [Likert 1932], que possui cinco níveis de concordância:

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Indiferente
- Concordo parcialmente
- Concordo totalmente

As questões avaliativas estão organizadas conforme descritas na **Tabela 1**.

Tabela 1. Questionário de Avaliação do Software

Seção	Número	Questão
Facilidade de Uso	1	Foi fácil aprender a utilizar o software.
	2	Eu consegui entender o que acontecia durante o uso do software.
	3	Foi fácil ganhar habilidade de uso durante a execução das atividades no software.
	4	É fácil de lembrar como utilizar o software.
	5	Considero o software fácil de utilizar.
Utilidade do Software	6	Considero o software útil para melhorar meu aprendizado.
	7	Considero que o software melhoraria minha produtividade para realização das atividades e aprendizado.
	8	Considero as cores e botões do software agradáveis.
Interface do Software	9	Consigo visualizar bem todos os botões e informações dentro do software.
	10	Entendo com facilidade as palavras, nomenclaturas e ícones do software.
	11	As imagens e ícones no software são de fácil reconhecimento.
	12	Consigo visualizar todas as funcionalidades do software.
	13	Consigo navegar bem por todas as telas do software.
Material Produzido e Método de Ensino	14	Após me acostumar com o software julgo que o software facilita o ensino e aprendizagem.
	15	Com o software considero que as aulas ficariam mais interessantes.
	16	Com o software eu conseguiria explorar bem os materiais disponíveis.
	17	Com o software eu teria maior domínio sobre as atividades realizadas com as turmas.
	18	Com o software o nível de aprendizagem aumentaria.
	19	O material produzido me ajudou a entender mais facilmente o funcionamento do software.

O grupo de participantes incluiu 29 professores com diferentes áreas de atuação, conforme ilustrado no **Gráfico 1**, que destaca a diversidade de formações dos docentes envolvidos.

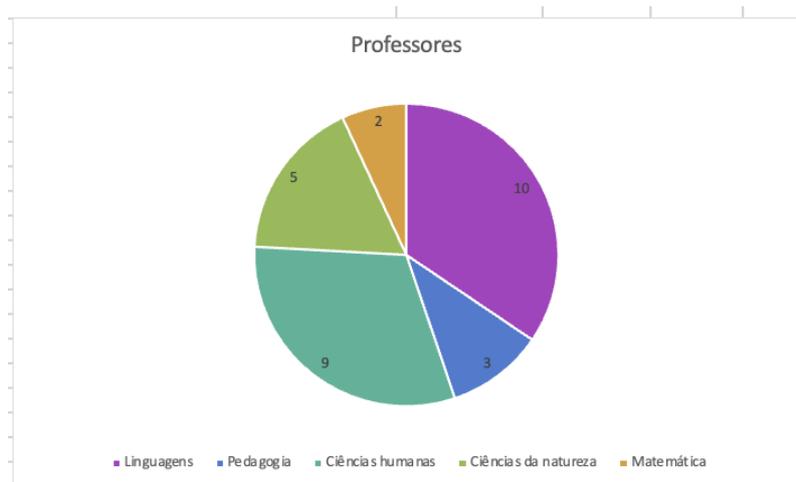


Gráfico 1. Participantes por área de formação

4.1. Facilidade de uso

Nesta seção, foi avaliada a dificuldade percebida pelos professores ao utilizarem as ferramentas apresentadas. Conforme demonstrado no **Gráfico 2**, aproximadamente 93% dos participantes, mesmo sem experiência prévia significativa em programação e robótica, concordaram totalmente ou parcialmente que o mBlock é uma ferramenta intuitiva e fácil de usar. Isso indica que o software pode ser uma boa opção para introduzir conceitos de robótica e programação nas escolas, inclusive para iniciantes.

É importante valorizar o excelente resultado obtido nessa pesquisa para o contexto e o objetivo do trabalho. Ele ressalta que o *mBlock* como ferramenta de ensino, pode ser a ferramenta ideal para introduzir e conduzir os alunos no seu primeiro contato com a robótica.

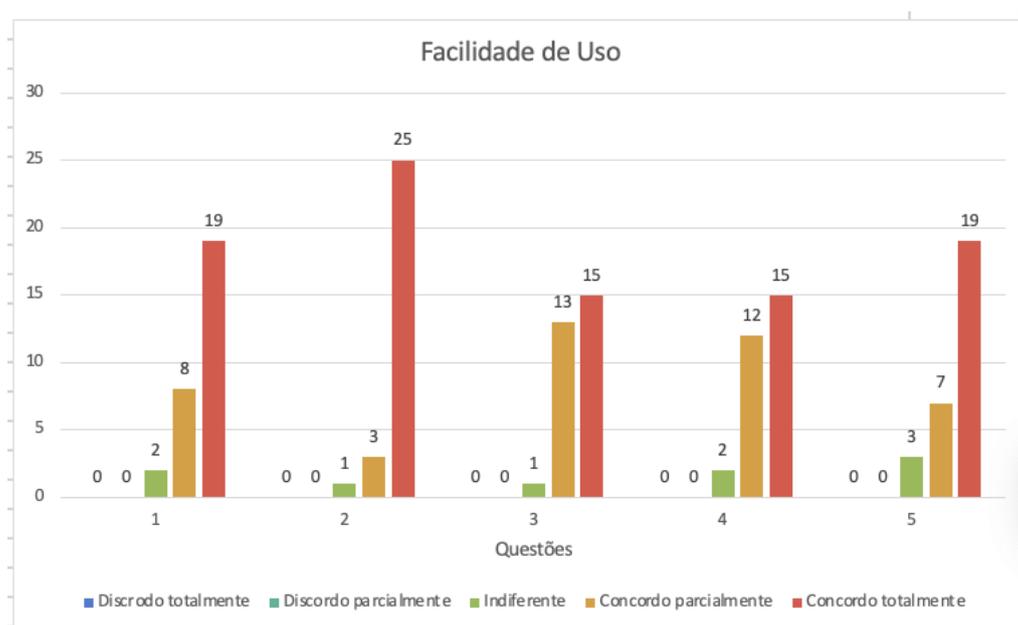


Gráfico 2. Avaliação da facilidade de uso

4.2. Utilidade do software

A utilidade do software foi um dos pontos mais bem avaliados, pois mede a eficácia do mBlock em resolver problemas educacionais. De acordo com o **Gráfico 3**, 100% dos professores participantes concordaram totalmente ou parcialmente que o software apresenta aderência às demandas pedagógicas observadas no contexto avaliado, sendo uma ferramenta relevante e útil nesse âmbito.

Esse resultado mostra que a robótica usando o *mBlock* tem potencial para ser utilizada como uma ferramenta pedagógica de ensino para auxiliar os alunos nas diversas disciplinas propostas na educação básica.

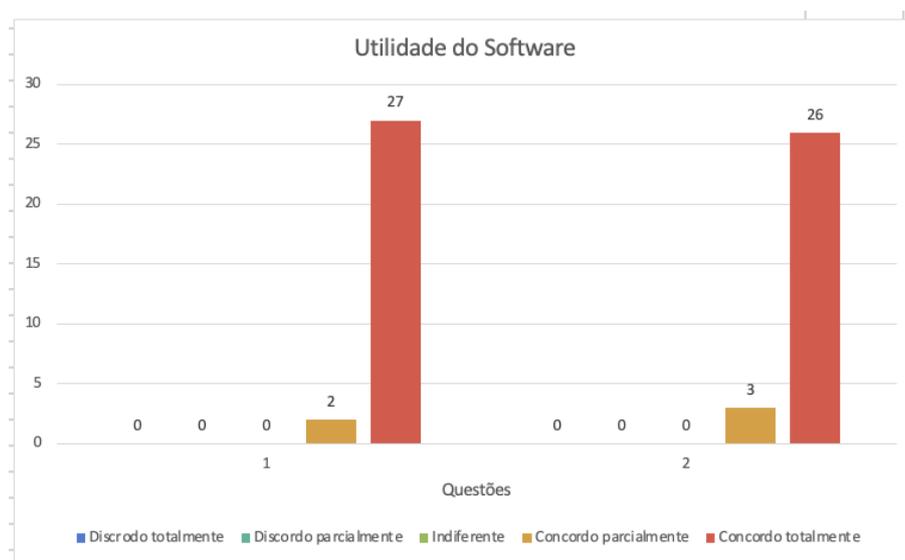


Gráfico 3. Avaliação da utilidade do software

4.3. Interface do software

A qualidade da interface é fundamental, especialmente em ferramentas destinadas ao público escolar, que inclui tanto alunos quanto professores. No **Gráfico 4**, observa-se que 97% dos avaliadores concordaram totalmente ou parcialmente que o *mBlock* possui uma interface gráfica intuitiva e agradável, facilitando o uso e a compreensão dos recursos oferecidos. Esse resultado novamente destaca que o *mBlock* atende esse quesito, o que se espera de um software focado em alunos da educação básica.

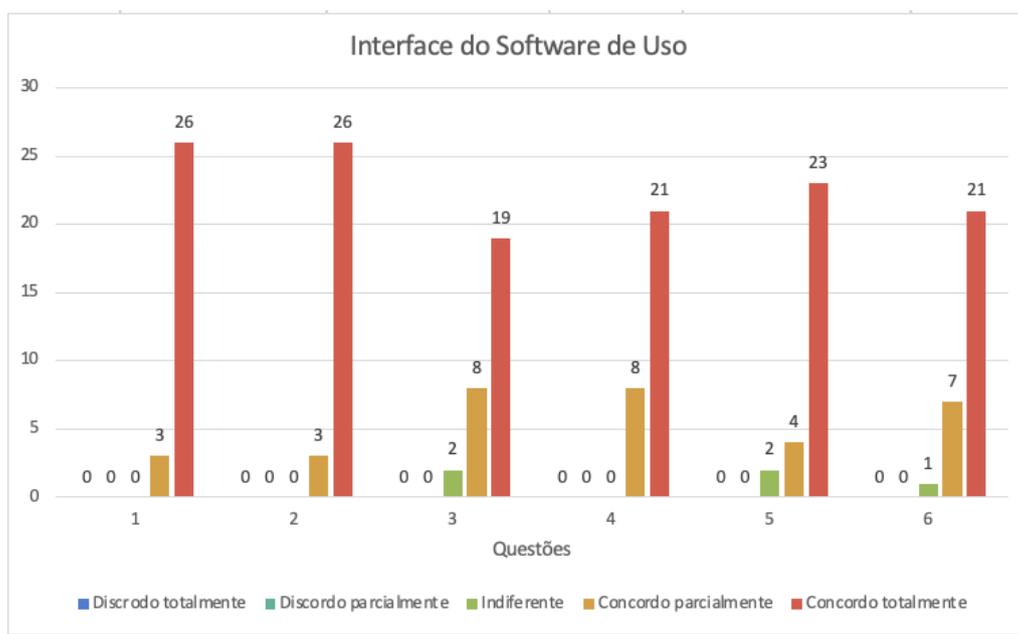


Gráfico 4. Avaliação da interface do software

4.4. Material Produzido e Método de Ensino

Esta seção analisou a eficácia do material didático e do método de ensino utilizado no minicurso. O **Gráfico 5** demonstra que 99% dos participantes concordaram totalmente ou parcialmente que o material produzido, aliado à metodologia construcionista aplicada, foi eficaz para introduzir conceitos de robótica e programação. O feedback indica que os professores se sentiram preparados para replicar os conhecimentos adquiridos em suas salas de aula.

Além disso, os dados representados no gráfico evidenciam o impacto significativo que o ensino bem estruturado pode ter nos docentes e alunos, reforçando ainda mais a necessidade de iniciativas por meio de palestras, minicursos, workshops e cursos propostos para este público-alvo.

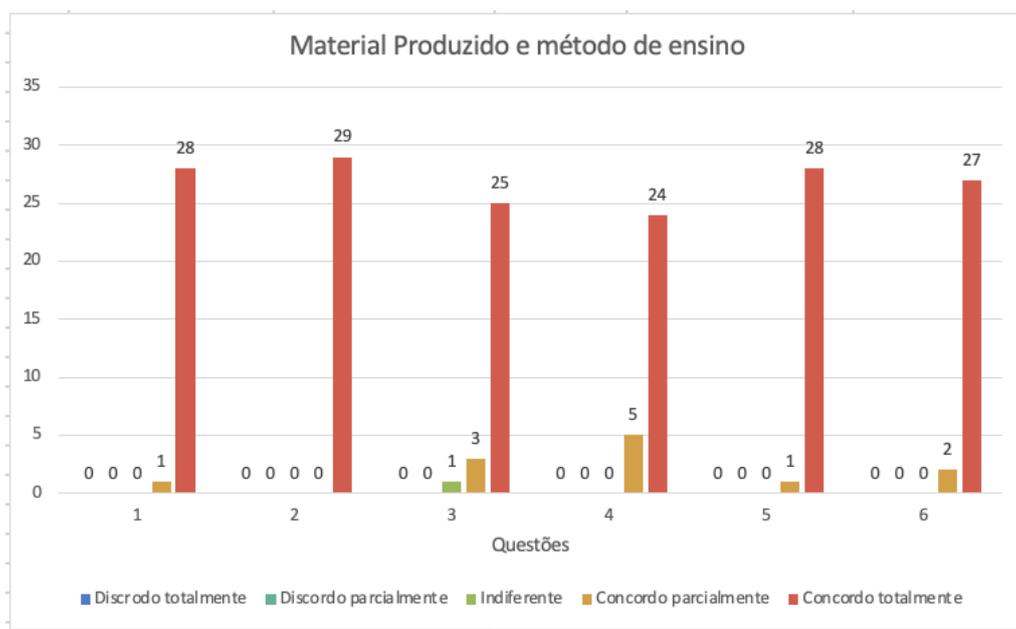


Gráfico 5. Avaliação do material produzido e método de ensino

4.5. Problemas encontrados

Após as avaliações apresentadas, foi incluída uma pergunta aberta para que os participantes pudessem relatar erros e problemas encontrados durante o curso. Esse feedback é essencial para identificar oportunidades de melhoria e realizar adaptações futuras. Os principais problemas identificados estão listados na **Tabela 2**.

Tabela 2. Problemas relatados pelos participantes

Número	Problema
1	É uma excelente ferramenta, o problema é que tenho pouca habilidade, acredito que no decorrer do uso com os estudantes na escola, consigo aperfeiçoar meu conhecimento.
2	Muita informação para a minha primeira formação.
3	A minha dificuldade, como não tenho experiências anteriores, foi de colocar na prática os ensinamentos teóricos.
4	Muitos comandos. É tanta coisa que você se perde.
5	Infelizmente, não sinto que temos estrutura tecnológica (computadores e internet) que suportem os programas usados, mas, para tudo há solução...
6	Alguns entendimentos
7	Acredito que meus estudantes terão melhor aproveitamento, as minhas dificuldades são relacionadas às minhas limitações mesmo.
8	Programar corretamente
9	Necessário atualização disponibilizada pelo formador
10	Não é compatível com Chromebook.
11	Maior tempo para estudo.
12	Tive um pouco de dificuldade para calibrar os sensores, pois algumas vezes o mesmo não reconhecia as condições apresentadas. Entretanto, após compreender melhor a lógica do software, o grau de falha diminuiu consideravelmente, e diante disso acredito que com o tempo de utilização do software, conseguiria entender cada vez melhor os processos necessários para um bom funcionamento.
13	Apenas atualizações de rotina para determinados sensores. O reconhecimento da controladora em alguns computadores também foi um pequeno problema. Entretanto, os dois foram solucionados facilmente com o suporte do professor e, possivelmente, com novas atualizações futuras.

Observa-se que os problemas mais frequentes estão relacionados à infraestrutura e à falta de experiência prévia dos participantes. Isso destaca a importância de continuar oferecendo capacitação prática e suporte técnico para uma melhor adaptação dos professores.

4.6. Sugestões

As sugestões dos educadores são fundamentais para aprimorar o curso e sua continuidade, tendo isso em vista, também foi aberto aos participantes um espaço para darem sugestões, como podemos ver na **Tabela 3**

Tabela 3. Sugestões recebidas dos participantes

Número	Sugestões e Críticas
1	Quero agradecer a oportunidade pelo aprendizado adquirido.
2	O curso foi leve, o professor Amaury tem uma didática tranquila e o Henrique é um grande instrutor que tenho certeza o futuro dele será somente de sucesso.
3	A formação foi excelente.
4	A nova ferramenta é muito fácil de mexer e irá ajudar muito nos trabalhos de robótica na escola. Uma sugestão seria que na montagem dos blocos o aluno ao passar o mouse em cima pudesse ler para que serve cada bloco, por exemplo: os sensores (podem ser usados dentro de blocos x, y...). Ademais, o curso e a ferramenta foram muito bons. Parabéns!
5	Obrigado. Palestrantes bem objetivos com explicação clara.
6	Formação de grande importância que na minha opinião, deveria acontecer novamente.
7	Aumentar os sensores de caráter mais prático, como de temperatura, umidade e afins.
8	Adorei o curso e me empolguei com o tema, mesmo sendo de área diversa, me despertou vontade de aprender ainda mais sobre a robótica. Didática muito boa do Henrique e do Dr. Amaury.
9	Maravilhoso
10	Aumentar o tempo de prática
11	A formação foi de grande significância para a proposta do clube desenvolvido na minha escola, o método de ensino foi além do que esperava. Extremamente agradecida
12	Os formadores foram excelentes
13	Parabéns pela proposta! Acredito que tenha que ser ofertada anualmente no início do ano, já visando a participação das escolas para a olimpíada de robótica.
14	Foi ótimo, o tempo, a didática, a programação. Tudo maravilhoso.
15	Muito bom.
16	Foi ótimo!
17	O curso sem dúvidas foi sensacional e abriu a mente para diversas possibilidades, mas nada disso seria possível sem a metodologia utilizada pelo professor Henrique. O método de ensino que o mesmo utilizou foi simplesmente incrível e com certeza estimulou todos na investigação científica. Parabéns a toda a organização, uma das melhores formações apresentadas nesse ano.
18	O curso deveria ser estendido a mais professores, talvez como parte das formações que capacitam e certificam o professor ao longo do ano.

As principais sugestões recebidas foram categorizadas a seguir:

- Estrutura do Curso
- Mais tempo de prática: Ampliação da carga horária para possibilitar maior exploração dos conteúdos abordados.

- Oferecimento anual: Realização do curso anualmente, no início do ano letivo, para preparar os docentes para eventos como a Olimpíada de Robótica.
- Inclusão de mais participantes: Extensão da formação para um número maior de professores, tornando-a parte das capacitações anuais da rede estadual.
- Melhoria na interface do mBlock: Adição de descrições nos blocos ao passar o mouse, facilitando o entendimento para iniciantes.
- Aumento de sensores práticos: Inclusão de sensores de temperatura, umidade e outros que possam agregar mais funcionalidades ao kit.
- Atualizações frequentes: Manutenção e atualização contínua do software e dos componentes, garantindo compatibilidade e desempenho.
- Agradecimentos e elogios: Diversos educadores expressaram gratidão pela formação e destacaram a didática dos instrutores.
- Sugestão de continuidade: Reforço para que o curso seja mantido e aprimorado anualmente, como forma de incentivar a adoção da robótica nas escolas.

Os resultados evidenciam que o curso atingiu seu objetivo de despertar nos professores o interesse em aplicar a robótica no ambiente escolar, sugerindo uma continuidade e expansão dessa iniciativa.

4.7. Avaliação final

Para concluir a avaliação do curso, foi perguntado aos participantes se eles recomendariam a ferramenta a outros educadores, considerando os problemas e sugestões apresentados. Conforme demonstrado no **Gráfico 6**, todos os participantes recomendaram a ferramenta, confirmando a eficácia da formação e o potencial da robótica como ferramenta educacional.



Gráfico 6. Recomendações à ferramenta

Esses resultados reforçam o impacto positivo do curso e destacam a necessidade de novas edições e aprimoramentos contínuos para atender melhor às necessidades dos professores e suas escolas.

5. Reflexões e Propostas Futuras

5.1. Desafios no Desenvolvimento das Ferramentas

Durante o desenvolvimento das soluções propostas, alguns desafios significativos foram enfrentados. A principal dificuldade foi a escassez de documentação técnica sobre o Kit Cittius, o que dificultou a compreensão de sua construção e funcionamento. Além disso, a criação de extensões para o mBlock apresentou barreiras adicionais devido à falta de manuais e tutoriais específicos.

A versão para desenvolvedores do mBlock, apesar de funcional, possui limitações importantes. Entre elas, destacam-se a restrição de idiomas disponíveis (limitada ao inglês e mandarim) e a ausência de um tratamento adequado de erros na plataforma. Muitas vezes, os erros apresentados não forneciam informações suficientes para identificar as causas, o que gerou atrasos e tentativas repetitivas durante o desenvolvimento.

5.2. Validação com Estudantes

No Mato Grosso do Sul, a Secretaria de Educação designa os PCPIs (Professores Coordenadores de Práticas Inovadoras) para atuar como multiplicadores de conhecimento nas escolas estaduais. Esses docentes desempenham um papel essencial na disseminação dos conteúdos e materiais oferecidos, tanto para outros educadores quanto diretamente para os alunos.

Como estratégia inicial para validar as soluções com os estudantes, os PCPIs podem intermediar o processo, coletando dúvidas, sugestões e dificuldades enfrentadas pelos alunos, repassando essas informações à equipe responsável pelo projeto.

Além disso, uma proposta para o futuro é a realização de oficinas e workshops diretamente com os alunos. Esses eventos podem ocorrer em feiras científicas ou por meio de parcerias com as escolas estaduais, criando um ambiente prático para explorar o potencial das ferramentas desenvolvidas.

5.3. Escalabilidade dos Minicursos

O minicurso inicial foi ofertado apenas a uma parcela dos professores da rede estadual devido a limitações de infraestrutura, como espaço físico e disponibilidade de computadores. Das 144 escolas que possuem o Kit Cittius, apenas 30 receberam o convite para participar da formação.

Com o apoio da Secretaria de Educação do Estado, há um plano de expansão para ampliar a oferta do minicurso, garantindo que mais escolas e educadores sejam contemplados. A continuidade dessa parceria é essencial para viabilizar o crescimento do projeto e fortalecer a integração da robótica na rede estadual de ensino.

A oferta desses minicursos pode ocorrer de duas formas: individualizada, em cada escola, utilizando as próprias salas de aula e seguindo um planejamento prévio com os responsáveis pelo projeto; ou em formato de workshop, reunindo docentes de diferentes escolas em turmas conjuntas, promovendo maior interação e ampliando o compartilhamento do conhecimento.

5.4. Feedback de Professores e Aprimoramento

O feedback dos professores participantes é fundamental para o aprimoramento contínuo do curso e das soluções desenvolvidas. Como sugestão, os principais ajustes para as próximas etapas do projeto são: 1. Aumento da carga horária e frequência das formações, permitindo um aprofundamento maior nos conceitos práticos. 2. Foco na prática: A maior parte do curso deve ser dedicada a exemplos e exercícios, visando fortalecer a aplicação prática das ferramentas.

Em relação ao mBlock, os docentes destacaram sua acessibilidade e facilidade de uso, o que motivou sua recomendação. No entanto, ressalta-se a necessidade de acompanhar as atualizações da plataforma e realizar adaptações contínuas na extensão desenvolvida. A simplificação das funções e blocos do mBlock, com descrições claras e didáticas, também foi apontada como um aspecto importante para facilitar o uso da ferramenta.

5.5. Publicação de Materiais e Colaborações

Com o avanço das ferramentas de código aberto (Open Source), a continuidade e aprimoramento do projeto são facilitados. Nesse sentido, o código-fonte da biblioteca para Arduino, assim como os manuais e as extensões do mBlock, foram disponibilizados publicamente na plataforma GitHub, possibilitando colaborações e melhorias por outros desenvolvedores e educadores interessados, e podem ser acessados pelo link: <https://github.com/henriqueanjos/kit-robotica-educacional-sed>

Esse modelo aberto incentiva a atualização constante do projeto, garantindo que ele possa evoluir de forma contínua e atender às necessidades do público-alvo.

5.6. Construção de Novos Sensores e Funcionalidades

Durante o curso, os professores sugeriram diversas aplicações práticas para o Kit Cittiis em suas áreas de atuação, mas enfrentaram limitações devido à quantidade restrita de sensores disponíveis no Kit.

Como proposta de continuidade do projeto, recomenda-se a construção de novos sensores que ampliem as possibilidades de uso do kit. Essa expansão é viável devido à compatibilidade do Arduino Mega 2560 com portas digitais e analógicas, permitindo a adaptação da maioria dos sensores disponíveis no mercado para o kit em questão.

Entre as sugestões de sensores que podem ser produzidos estão:

- Sensores de umidade, aplicáveis em projetos ambientais.
- Sensores de luminosidade, para experimentos de física ou biologia.
- Sensores de movimento, que podem ser utilizados em projetos de automação.

A construção desses componentes possibilitará a criação de projetos mais diversificados e alinhados com os interesses específicos dos professores e alunos.

5.7. Interdisciplinaridade no Uso das Ferramentas

Um dos grandes incentivos ao uso da robótica como ferramenta de ensino é sua capacidade de promover a multidisciplinaridade. Durante o minicurso, professores de diversas áreas do conhecimento foram capacitados, e as atividades foram adaptadas para que cada participante pudesse explorar aplicações práticas da robótica em sua área de atuação.

Por exemplo, educadores de ciências receberam sugestões de como utilizar o Kit Cittiús para simular experimentos ambientais, como sistemas de irrigação, monitoramento do clima e análise do solo. Docentes de artes, linguagens e cultura exploraram a possibilidade de desenvolver projetos artísticos com os kits, incluindo dança e teatro. Além disso, educadores de matemática foram incentivados a aplicar conceitos de lógica e geometria em projetos robóticos.

Esse modelo demonstrou que a robótica pode ser integrada a diferentes disciplinas, possibilitando que essas ideias sejam escaladas e replicadas dentro da sala de aula. Isso amplia o impacto do ensino e promove o desenvolvimento de habilidades interdisciplinares nos alunos.

Além disso, a diversidade de perspectivas enriqueceu as discussões, trazendo ideias inovadoras sobre como utilizar o kit em sala de aula. Esse resultado destaca a flexibilidade da robótica como uma ferramenta pedagógica capaz de atender às demandas de múltiplos contextos educacionais.

5.8. Limitações Técnicas e Orçamentárias

Embora os avanços tecnológicos tornem a robótica cada vez mais acessível, ainda existem barreiras significativas em escolas com menos infraestrutura. Entre os problemas citados, destacam-se a falta de computadores e as oscilações no acesso à internet.

Para mitigar essas dificuldades, o mBlock oferece uma versão compatível com tablets e celulares, permitindo que alunos programem os robôs diretamente de seus dispositivos móveis. Essa solução é particularmente eficaz, pois a maioria dos estudantes possui acesso a smartphones, e a conectividade por redes móveis tende a ser mais estável em algumas regiões.

No entanto, é importante ressaltar que, embora a programação possa ser feita em dispositivos móveis, o envio dos códigos para o robô ainda exige o uso de um computador. Essa limitação aponta para a necessidade de investimentos contínuos na infraestrutura escolar, como a aquisição de laptops ou computadores para suportar plenamente a implementação da robótica.

5.9. Medição do Impacto a Longo Prazo

O impacto da robótica no ambiente educacional tem um potencial de crescimento significativo, especialmente com iniciativas como as promovidas pela Secretaria de Educação do Estado de Mato Grosso do Sul. A tendência é que projetos inovadores e pesquisas relevantes, desenvolvidos por alunos da rede estadual, se tornem mais frequentes, fortalecendo o protagonismo estudantil.

Uma métrica importante para medir esse impacto é a participação de estudantes e equipes em eventos científicos e competições, como a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). O número crescente de participantes em iniciativas desse tipo pode indicar o engajamento e o sucesso na implementação da robótica como ferramenta pedagógica.

Além disso, será essencial acompanhar o desempenho acadêmico e o desenvolvimento de competências técnicas e psicoemocionais dos alunos envolvidos nesses projetos. Relatórios de impacto, avaliações qualitativas com professores e o monitoramento de projetos desenvolvidos após o término dos minicursos podem fornecer uma visão mais ampla sobre os benefícios da robótica a longo prazo.

6. Conclusão

Este estudo teve como objetivo apresentar um conjunto de ferramentas tecnológicas e materiais instrucionais voltados à implementação da robótica e viabilizar para que os professores estaduais de Mato Grosso do Sul pudessem expandir e utilizar a robótica dentro das escolas de nível fundamental e médio, além de os ajudar a entender como a robótica neste contexto pode ser uma valiosa ferramenta de desenvolvimento profissional, educacional e humano.

Os resultados obtidos indicam um amplo potencial de expansão para a robótica educacional dentro das escolas estaduais; no entanto, existem desafios como a falta de uma infraestrutura adequada e a falta de capacitação aos docentes. Isso pode ser vencido, haja vista a facilidade de uso e utilidade do software observadas nos resultados.

Como recomendação para trabalhos futuros relacionados a este, são sugestões:

- Oferta de cursos, palestras e workshops direcionados aos alunos das escolas estaduais.
- Produção de novos manuais e materiais educativos voltado aos estudantes.
- Produção de novos sensores e componentes para o kit, baseados no arduino.
- Manutenção da biblioteca para Arduino e da extensão do mBlock.

Por fim, o impacto gerado por essas ferramentas e pelos cursos oferecidos reforça a importância da robótica como parte da grade educacional nas escolas. Essa abordagem apresenta forte potencial para impulsionar o desenvolvimento de competências e habilidades essenciais aos alunos, tais como pensamento crítico, trabalho em equipe, resolução de problemas, que os deixam mais habilitados para os desafios da atualidade. [Bers 2018] [Eguchi 2014]

Referências

- Alimisis, D. (2013). Educational robotics: Open questions and new challenges. *Themes in Science & Technology Education*, 6(1):63–71.
- Bers, M. U. (2018). *Coding as a playground: Programming and computational thinking in the early childhood classroom*. Routledge, New York.
- Brasil (2016). Lei n.º 13.243, de 11 de janeiro de 2016 — marco legal da ciência, tecnologia e inovação. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13243.htm. Acesso em: 15 de julho de 2025.
- Brasil (2023). Lei n.º 14.533, de 11 de janeiro de 2023. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/lei/114533.htm. Institui a Política Nacional de Educação Digital e altera as Leis n.ºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996, 9.448, de 14 de março de 1997, 10.260, de 12 de julho de 2001, e 10.753, de 30 de outubro de 2003. Acesso em: 15 de julho de 2025.
- Caldeira, V. R. B. G. and Rombach, H. D. (1994). The goal question metric approach. In *Encyclopedia of Software Engineering*, pages 528–532. Wiley.
- Egedy, M. (2020). Educação com robótica: benefícios no aprendizado escolar. *Revista Educação*.

- Eguchi, A. (2014). Educational robotics for promoting 21st-century skills. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems*, 8(1):5–10.
- Eletrogate (2024). Tipos de placas arduino. <https://blog.eletrogate.com/tipos-de-placas-arduino/#:~:text=0%20Arduino%20Mega%20possui%20basicamente,em%20torno%20do%20microcontrolador%20ATmega2560>. Acesso em: 08 out. 2024.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology*, 140:1–55.
- Maruyama, G. Y. (2023). Asimov: Um laboratório remoto para ensino experimental de robótica. <https://posgraduacao.ufms.br/portal/trabalho-arquivos/download/13390>. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).
- Mataric, M. J. (2004). Robotics education for all ages. In *Proceedings of the AAAI Spring Symposium on Accessible, Hands-on AI and Robotics Education*, pages 26–30.
- Mato Grosso do Sul (2023). Lei Estadual n.º 6.136, de 20 de junho de 2023. <http://aacpdappls.net.ms.gov.br/appls/legislacao/secoge/govato.nsf/448b683bce4ca84704256c0b00651e9d/a37edfcc6add9c5f04258a6700472510?OpenDocument>. Inclui a abordagem de noções de robótica como conteúdo transversal no currículo das escolas estaduais do Estado de Mato Grosso do Sul. Acesso em: 15 de julho de 2025.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Piedade, J., Dorotea, N., Sampaio Ferrentini, F., and Pedro, A. (2019). A cross-analysis of block-based and visual programming apps with computer science student-teachers. *Education Sciences*, 9(3):181.
- SAE Digital (2024). Bncc: O que é e qual é o seu objetivo? <https://sae.digital/bncc-o-que-e-e-qual-e-o-seu-objetivo/>. Acesso em: 08 out. 2024.
- World Economic Forum (2020). The future of jobs report 2020. Acesso em: 08 out. 2024.