

Robótica Educacional e Habilidades do Século XXI: Um Estudo de Caso com Estudantes do Ensino Médio

João Pedro A. Moraes
moraes566@gmail.com
UEFS – Universidade Estadual de
Feira de Santana

Rodrigo S. Duran
rodrigo.duran@ifms.edu.br
IFMS – Instituto Federal do Mato
Grosso do Sul

Roberto A. Bittencourt
roberto@uefs.br
UEFS – Universidade Estadual de
Feira de Santana

RESUMO

Dentre inúmeras possibilidades de uso da computação em sala de aula, a robótica educacional emerge como uma alternativa que pode auxiliar no desenvolvimento de habilidades do século XXI e atitudes dos estudantes em relação à tecnologia. Este trabalho descreve uma experiência do uso da robótica educacional de baixo custo para alunos do ensino médio regular da rede pública de ensino. Nossas observações apontam para a possibilidade da aplicação de conceitos sob demanda e por exploração, a construção de produtos de baixo custo e o desenvolvimento eficiente de atividades de robótica. Por outro lado, a falta de infraestrutura em escola limitou o desenvolvimento das atividades. Em geral, os estudantes mostraram uma atitude positiva em relação à robótica e ao desenvolvimento de suas habilidades, mas em alguns pontos específicos o que foi mensurado nesses aspectos diverge de algumas observações feitas pelo investigador-instrutor. Esperamos que esta experiência auxilie pesquisadores e professores na aplicação de robótica em outros contextos e explore de forma mais profunda suas relações com as habilidades do século XXI.

CCS CONCEPTS

• **Social and professional topics** → Computing education.

PALAVRAS-CHAVE

Robótica educacional, habilidades do século XXI, atitudes, ensino médio.

1 INTRODUÇÃO

O debate acerca da inserção da computação no Brasil tem se ampliado nas comunidades escolares e acadêmicas, particularmente em virtude do recente movimento para inclusão da computação na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) [9]. A própria BNCC orienta as escolas quanto aos conteúdos, contendo diversas competências gerais, dentre as quais está a compreensão, utilização e criação de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) de modo criativo, reflexivo e significativo e que possam auxiliar na resolução de problemas, produção de conhecimento, difusão de informações e protagonismo pessoal e coletivo [7].

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).

Um contexto de utilização da computação nas escolas é a Robótica Educacional (RE), a qual emprega elementos de eletrônica, robótica e programação para criar artefatos concretos como meio de aprendizado [26]. Os benefícios da RE são conhecidos: ela pode promover o engajamento e aumentar a motivação na aprendizagem de conteúdos de ciências, tecnologia, engenharia, arte e matemática (STEAM) [2], e também pode promover a aprendizagem significativa destes conteúdos [10]. Embora a RE tenha potenciais benefícios na motivação e na aprendizagem, o seu custo de implantação pode impossibilitar o desenvolvimento de algumas atividades descritas na literatura. Os materiais utilizados na RE são variados e possuem custos distintos: desde kits comerciais como o LEGO Mindstorms a robôs produzidos com descartes eletrônicos e reaproveitamento de lixo tecnológico [1, 4, 5, 23]. Dado o contexto socioeconômico de diversas escolas no Brasil, frequentemente abordagens de baixo custo são preferíveis às abordagens que utilizam kits comerciais.

As atividades desenvolvidas com a RE podem ser um bom contexto para o desenvolvimento das chamadas habilidades do século XXI: trabalho em equipe, criatividade, metacognição, resolução de problemas, tomada de decisão, resiliência, dentre outras [6]. Este trabalho descreve um curso de robótica educacional de baixo custo para estudantes do ensino médio em que foram mensuradas suas atitudes em relação à robótica e sua percepção em relação ao desenvolvimento de habilidades do século XXI.

Dada a natureza quantitativa dos instrumentos utilizados para avaliar as habilidades do século XXI e das atitudes perante a RE, oferecemos uma discussão reflexiva acerca dos resultados da avaliação e as percepções do instrutor acerca das atividades desenvolvidas pelos estudantes. Observamos que, em diversos casos, os estudantes subavaliavam suas capacidades e, em alguns aspectos, os instrumentos não conseguem capturar de forma abrangente o desenvolvimento realizado pelos estudantes.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Em grande parte, a integração da computação na escola será dependente das atitudes tomadas em relação ao computador [22]. Ao tratar de atitudes em robótica, Sisman and Kucuk versam sobre quatro itens, sendo eles: 1) vontade de aprender, que afere o quanto os estudantes estão interessados em aprender robótica; 2) autoconfiança, que objetiva mensurar o quanto os estudantes confiam em suas próprias habilidades em trabalhar com robótica; 3) pensamento computacional, que mede as competências para resolver problemas; e 4) trabalho em equipe, que afere o sentimento dos estudantes em relação a atividades em conjunto [24]. Os participantes deveriam sinalizar, para cada pergunta, uma das quatro possibilidades de resposta: concordo plenamente, concordo parcialmente, discordo parcialmente e discordo totalmente.

Já Binkley et al. chamam atenção para a capacidade das TICs em poder desenvolver novas competências que são de suma importância para o século XXI [6]. Nesse mesmo sentido, Martins-Pacheco et al. propõem um questionário formado por quatro categorias: 1) a aprendizagem e trabalho em equipe confere como os estudantes compreendem os métodos de aprendizagem que funcionam para eles, assim como, verifica se a participação em atividades em grupo ocorre de maneira harmoniosa; 2) o fator cidadania e responsabilidade social implica na percepção dos estudantes quanto à compreensão dos direitos sociais e respeito às múltiplas culturas; 3) a proficiência em Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) observa se os alunos conhecem e sabem usar os programas de computadores e aplicações da internet; e 4) o item comunicação traz a percepção se a comunicação ocorre de maneira clara, eficiente e de que modo [16]. Os estudantes devem assinalar uma das quatro possibilidades de resposta para cada pergunta: concordo plenamente, concordo parcialmente, discordo parcialmente e discordo totalmente.

Souza et al. investigaram o impacto da Robótica Educacional (RE) no pensamento computacional quando aplicada ao ensino médio integral, bem como o efeito na aprendizagem dos componentes curriculares [25]. Para esse estudo, foram utilizados dois grupos do 1º ano, sendo um de controle (sem contato com a RE) e um experimental (com atividades de RE), dividido em dois momentos: robótica de autodescoberta e robótica fundamentada em computação. Após cada momento citado, um teste Bebras foi aplicado a fim de aferir o impacto no pensamento computacional, além de comparar as notas dos alunos nas disciplinas antes e depois da intervenção [25]. O resultado dessa pesquisa demonstrou que não houve diferença entre os grupos controle e experimental quanto ao impacto no pensamento computacional. Todavia, houve indicativos que a RE apresentou um impacto na aprendizagem de matemática e ciências da natureza (física, química e biologia).

Para investigar as atitudes dos alunos do ensino médio quanto à robótica e à STEM¹, Kucuk and Sisman aplicaram um curso de RE com 240 alunos do ensino médio [13]. Os resultados desse estudo decorrente da escala de atitude de robótica mostraram um incremento nos escores dos itens “pensamento computacional” e “trabalho em equipe”. E, quanto à escala de atitudes em STEM, os itens de “tecnologia e engenharia” e “habilidades do século XXI” apresentaram a maior média. Vale destacar que nesta pesquisa, as atitudes em relação à robótica tiveram uma forte relação com os fatores de tecnologia, engenharia e habilidades do século XXI presentes na escala de atitudes na STEM.

Nesse mesmo sentido, Conti et al. realizaram uma aplicação com alunos do jardim de infância e concluíram que o contato prévio com a robótica favorece em atitudes positivas em relação à robótica, ao passo que após o contato com robôs, os estudantes deixaram de utilizar o “não sei” como resposta às questões da *survey* utilizada para mensuração de domínio/conhecimento [8]. Já a pesquisa proposta por Kaloti-Hallak et al. apontou que os estudantes mantiveram as atitudes positivas em relação à robótica, de maneira que iniciaram com atitudes elevadas e se mantiveram da mesma forma ao fim das atividades de robótica [12].

Benitti et al. aplicaram um curso de RE denominado “Viajando por Santa Catarina”, que objetivou experimentar como a robótica pode ajudar na compreensão dos conteúdos de disciplinas curriculares [5]. Para avaliação, foi aplicado um questionário relacionado aos conteúdos das disciplinas antes e depois do experimento. Os resultados de pré- e pós-teste apontaram um ganho de acerto nas questões de 13%, indicando que, após o curso, os alunos tiveram um ganho na aprendizagem dos conteúdos das disciplinas quando abordados em conjunto com a robótica. Os autores deste trabalho consideraram que o resultado é promissor, porém outros experimentos devem ser realizados com outras faixas etárias e níveis da educação.

Nesse mesmo sentido, Barker and Ansorge investigaram se a aplicação da robótica educacional melhora a aprendizagem de engenharia, ciências e tecnologia [3]. Neste estudo, os estudantes foram divididos em dois grupos, experimental e controle, com aplicação de teste antes e depois da intervenção em ambos os grupos. No pré-teste, não houve diferença entre os grupos. Em contraste, o pós-teste apresentou diferença significativa entre os grupos, concluindo, portanto, que a aplicação da robótica tem efeito positivo nas concepções de engenharia, ciências e tecnologia, tais como matemática, programação de computadores, engenharia e robótica.

No presente trabalho, é descrita uma experiência de robótica educacional com alunos do ensino médio. O diferencial do trabalho consistiu, além do relato da experiência propriamente dita com robótica de baixo custo, em aferir, ao final da experiência, as habilidades do século XXI conforme Mioto et al. [20] e as atitudes em relação à robótica conforme Sisman and Kucuk [24], e realizar uma discussão aprofundada a partir dos resultados nestes questionários.

3 PLANEJAMENTO

Aqui são apresentados os participantes, o planejamento do curso e as ferramentas utilizadas.

3.1 Participantes

Os participantes desta experiência foram alunos do 1º, 2º e 3º ano do ensino médio regular, do turno da manhã do Colégio Estadual Ministro Aliomar Baleeiro (CEMAB), localizado em Salvador, Bahia. Os alunos foram convidados a participar do curso de robótica educacional e os que manifestaram interesse foram convocados para ingressar no curso. O curso contou com a presença de 13 estudantes, sendo 12 meninas e um menino.

3.2 Planejamento do Curso

Durante o desenvolvimento do curso, objetivou-se que os participantes atingissem as seguintes habilidades:

- (1) Compreensão dos conceitos que envolvem o robô;
- (2) Programação básica por meio da linguagem de blocos;
- (3) Manipulação de equipamentos eletrônicos;
- (4) Montagem de circuitos com a placa Arduino.

A Tabela 1 descreve o planejamento que foi utilizado para a execução do curso, explicitando a quantidade de aulas e suas cargas horárias, conteúdos e detalhes das atividades. Vale destacar que o curso foi dividido em três etapas: 1) aprendizagem de programação básica através da linguagem de blocos; 2) desenvolvimento

¹STEM: sigla em inglês para *Science, Technology, Engineering and Mathematics*

Tabela 1: Planejamento do curso de robótica educacional

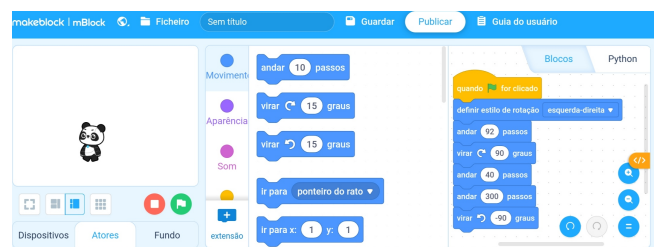
Aula	CH	Conteúdo	Atividades
1	3.5	1. Conceitos de robôs e robótica 2. Classificação do robô 3. Tipos de robô 4. Partes do robô	Resolução de tarefa com os conceitos do robô.
2	3	1. Conceitos de programação 2. Estruturação de cenários	Inserção de objetos, cenários, movimentos e aparências no mBlock. Aplicação de eventos nos objetos.
3	3	1. Estrutura de decisão 2. Estrutura de repetição 3. Variáveis	Construção de animação com diálogo entre personagens com o uso do “se/senão”, “repetir sempre” e “variáveis”.
4	3	1. Estrutura de decisão 2. Estrutura de repetição 3. Variáveis	Construção do jogo Pong.
5	3	1. Noção e utilização de espaço em área plana	Construção de rotas e imagens com a funcionalidade da caneta do mBlock.
6	3	1. Eletricidade básica 2. Tensão 3. Corrente 4. Resistores 5. Unidades de medidas	Cálculo de resistências e medição de tensões alternada e contínua e resistência.
7	3	1. Microcontroladores 2. Entradas e saídas Arduino 3. Protoboard 4. Componentes eletrônicos	Construção de circuito de iluminação com Arduino e <i>protoboard</i> .
8	3	1. Reforço dos conceitos anteriores	Projeto 1 - Construção de semáforo.
9	3	1. Reforço dos conceitos anteriores	Projeto 2 - Construção de alarme com fotorresistor e <i>buzzer</i> .
10	3	1. Atuadores 2. Sensores	Utilização do ultrassônico (sensor de distância) e servomotor (atuador de movimentos).
11	3	1. Atuadores 2. Sensores	Projeto 3 - Construção de robô bípede com sensores e atuadores.
12	3	1. Planejamento de projeto	Construção de projeto idealizado pelo aluno.
13	3.5	1. Montagem e apresentação do projeto	Finalização do projeto idealizado pelo aluno.

de habilidades relacionadas à eletrônica básica; e 3) manuseio e desenvolvimento de tarefas com ferramentas e materiais físicos.

As atividades ocorreram no contraturno dos alunos, duas vezes na semana, no laboratório de informática da escola. Ao final do curso, os questionários de atitudes em relação à robótica [21, 24] e o de habilidades do século XXI [15] foram aplicados, constando como avaliação da percepção dos alunos em relação a estes dois conceitos.

3.3 Ferramentas Utilizadas

Para atingir os objetivos propostos do curso, foi necessário desenvolver algumas habilidades básicas, dentre elas, a programação dos elementos físicos. Para isto, foi utilizado a plataforma *mBlock* (<https://mblock.makeblock.com/en-us/>), produzida pela *makeblock*, *startup* com foco em educação e robótica. A principal funcionalidade do *mBlock* é o desenvolvimento de programação em linguagem de blocos ou em Python. Para esta pesquisa, foi utilizada a linguagem de blocos, por compreender que ela tem uma sintaxe mais simplificada, próxima do usuário, deixando a tarefa mais intuitiva e com a conexão rápida e simples com as ferramentas físicas utilizadas na robótica. A Figura 1 apresenta o ambiente de desenvolvimento que foi utilizado no curso de robótica educacional.

**Figura 1: Ambiente de desenvolvimento mBlock.**

O *mBlock* já foi utilizado para aferir a motivação dos estudantes em relação à programação e apresentou como resultado a percepção e autoeficácia com aumento significativo em relação à programação [11]. Nesse mesmo sentido, um *workshop* de programação e robótica por meio do *mBlock*, constituído com 93 participantes de 13 anos, constatou que os estudantes não tiveram nenhuma dificuldade de uso com a ferramenta e o contato com o ambiente favoreceu a confiança em relação a programar [14].

A ferramenta física utilizada para o desenvolvimento das tarefas de robótica foi o Arduino, que é um hardware livre utilizado para construção de automação e/ou robótica. Esta placa tem baixo custo, compatível com a linguagem de blocos presente na plataforma *mBlock*, está presente no simulador Tinkercad, que será apresentado adiante, e é de fácil manuseio. Para além disso, os componentes a serem utilizados com ele (sensores, atuadores, *jumps*) também têm baixo custo. Para esta pesquisa, foi utilizada a placa Arduino Uno para compor as atividades que demandam a construção de objetos físicos, como exposto no planejamento presente na Tabela 1.

Outro software utilizado foi o Tinkercad (<https://www.tinkercad.com/>), que é uma plataforma *online* produzida pela Autodesk – empresa de projetos de tecnologia – que permite a construção de projetos 3D, além de simular o uso do Arduino associado aos sensores, atuadores e componentes que compõem as ligações elétricas e a linguagem de blocos, textual ou ambas em conjunto, conforme ilustra a Figura 2. Desse modo, é possível avançar com atividades que não seriam possíveis de serem feitas devido à falta de alguns instrumentos. Além disso, a plataforma auxilia os estudantes a planejarem e testarem sem o receio de danificarem as peças, para em seguida realizarem as execuções fisicamente.

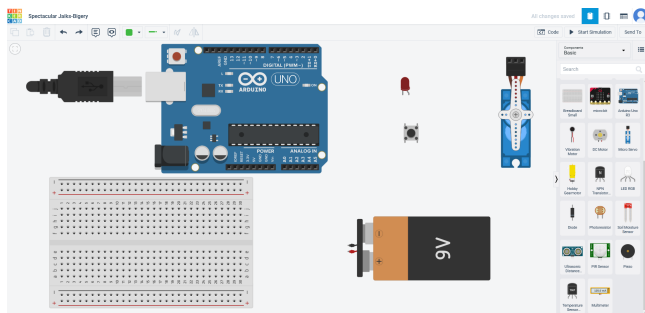


Figura 2: Ambiente de simulação Tinkercad.

4 NOSSA EXPERIÊNCIA

Nesta seção, descrevemos as etapas de aprendizagem de programação, eletrônica básica e construção de tarefas com Arduino que foram propostas durante o curso.

4.1 Etapa 1 - Aprendizagem de Programação

O curso foi iniciado com a dinâmica de apresentação em que todos os estudantes deveriam se autodescrever, elencando informações sobre o quanto gostam de tecnologia, como são seus sentimentos com os pares e com a rotina diária, o porquê do interesse no curso e quais eram as suas expectativas. Com a leitura em voz alta pelo professor, os alunos iam tentando intuir quem possivelmente seria o colega com aquela descrição. Neste momento, os colegas puderam se conhecer e criar vínculos para ficarem a vontade em momentos futuros. Em seguida, foi realizada uma introdução sobre os conceitos que envolviam robótica e como eles estão presentes no dia a dia. Os alunos tiveram dúvidas sobre quais elementos poderiam ser considerados robôs e como resposta foram mostradas imagens de diversos tipos de elementos da robótica. Ao fim deste primeiro dia, foi mostrado qual seria o ambiente a ser trabalhado nas aulas seguintes e os discentes demonstraram animação e curiosidade por meio de perguntas como: “esse pandas se movimentam?”; “tem que ficar apertando nos blocos coloridos?”; “insere outros personagens?”; “vamos fazer os robôs por aqui?”. As respostas para essas perguntas foram dadas de forma superficial, com intuito de estimular a curiosidade dos participantes.

Na aula seguinte, o instrutor pediu que os alunos criassem, em uma folha de papel, a rota que o robô faria se fosse realizar a entrega de provas pela escola. Essa tarefa teve por objetivo que os alunos exercitassem a construção de um passo a passo para resolução do problema. Assim, eles foram apresentados ao conceito de algoritmo. Após este momento, iniciaram-se as tarefas com o *mBlock*. Com isso, foi feito o reconhecimento das opções que estavam disponíveis no ambiente de desenvolvimento e de como poderiam proceder para realizar a inserção de objetos, cenários, movimentos, aparências e eventos. Os estudantes, por si sós, utilizaram outros recursos como caracterização de cenários e objetos, montagem e inserção de áudios feito por eles e sons nativos da plataforma. No decorrer das atividades, todos demonstraram bastante entusiasmo, sobretudo com relação à possibilidade de inserir áudios autorais nas animações, feitos em sala de aula.

O uso das estruturas de controle “se/senão” e “repetir sempre” e as “variáveis” foram apresentadas através da construção de uma animação, na qual os personagens dialogavam em um cenário sobre determinado assunto escolhido pelos estudantes. Ao passo em que a construção da animação era realizada, as estruturas eram apresentadas e os alunos conheciam na prática qual o objetivo de uso delas, conforme visto na Figura 3. Ao fim desta tarefa, os alunos foram orientados a construir uma animação com duas personagens – um bebê e um adulto – com desfechos diferentes a partir da idade inserida no sistema. Se o valor da idade fosse acima de 18 anos, o bebê sumia e o adulto permanecia e, caso contrário, o bebê permanecia na tela e o adulto sumia. Essa atividade foi realizada para estimular o uso do elemento sensor. No início, os alunos apresentaram dificuldades quanto ao uso dessa opção, a qual é responsável por capturar a resposta do usuário. Porém, no decorrer da atividade, eles conseguiram compreender como realizá-la e, em consequência, desenvolveram a tarefa. Um fato a destacar é que, embora as atividades fossem individuais, os alunos ajudavam sempre uns aos outros, com orientações de quais passos poderiam tomar e tinham como conduta manter o computador com o colega, oportunizando-o a ter seu momento de aprendizagem.



Figura 3: Execução de tarefa de programação com mBlock.

As cinco primeiras aulas do curso tiveram um enfoque no desenvolvimento de atividades que envolveram raciocínio lógico e resolução de problemas com programação. Nestas atividades, não foram utilizadas as metodologias usuais com ensino específico dos conteúdos, como estruturas condicionais ou estruturas de repetição, mas foram realizadas tarefas que demandavam a utilização desses conceitos, sendo-os apresentados sob demanda. Com isso, os discentes realizavam a exploração dos elementos, conforme fosse surgindo a necessidade de uso nas tarefas. Por vezes, os próprios estudantes exploraram as possibilidades existentes na plataforma como, por exemplo, tentar usar eventos diferentes nos objetos.

Registre-se que os alunos, no decorrer das aulas, apresentaram algumas dificuldades com o uso do teclado, tal como encontrar letras ou realizar a inserção de acentos nas palavras, sendo observada uma melhora gradual ao longo do curso. Outro fato importante foi

que os aprendizes ficaram responsáveis pelos seus *chromebooks* – que são numerados – devendo, no início da aula, pegá-los com o professor e, ao final da aula, ‘deslogar’ a conta, desligá-lo e devolvê-lo para que fosse guardado. Além disso, deveriam manter o cuidado durante o uso. O intuito foi criar responsabilidade em todos quanto ao uso dos materiais que foram utilizados durante as aulas.

4.2 Etapa 2 - Eletrônica Básica

Seguindo as etapas propostas, deu-se início ao contato com a eletrônica básica, a qual também proporcionou a primeira atividade prática, que foi realizada com o uso do multímetro. Após a explanação dos conceitos, foi executada uma atividade, em que todos os participantes, com orientação do professor, realizaram a medida de voltagem de uma extensão ligada na tomada a tomadas da escola (corrente alternada) e uma pilha de 1,5V (corrente contínua), como visto na Figura 4. Em outro momento, resistores foram distribuídos para todos os presentes, afim de ser feito o cálculo do valor de resistência através das cores das linhas presentes nos componentes. Após isto, os alunos utilizaram o multímetro para obter o valor da resistência e comparar com seus cálculos para observar se acertaram. Nessas duas situações relatadas, os alunos demonstraram bastante curiosidade quanto ao uso do aparelho, inclusive questionando se seriam capazes de aferir a resistência do corpo, fato que foi testado através da aferição da resistência do corpo dos estudantes.

Alguns estudantes ficaram receosos quanto à possibilidade de usar o aparelho e tomar choque, mas, com a explicação sobre o uso e segurança preventiva, sentiram-se mais confortáveis e realizaram as tarefas sem demonstrar receio. Como havia apenas um aparelho, os alunos tiveram que esperar um de cada vez para executarem a tarefa de medição. Com isto, eles rodeavam os colegas para assistirem uns aos outros realizando a atividade.

Na aula seguinte os alunos conheceram o LED, *jumps* macho e fêmea e a *protoboard*. Foram apresentadas todas as informações referentes a estas ferramentas e como elas deveriam ser utilizadas. Com isso, os estudantes realizaram as conexões dos LEDs, resistores e *jumps* na *protoboard*, com energização por meio de bateria de 9 volts. Para tanto, fizeram a simulação da montagem primeiro no programa *Tinkercad* e, posteriormente, executaram a tarefa com os instrumentos e materiais físicos. Os alunos tiveram dificuldade em compreender a distribuição das conexões da *protoboard*. Contudo, a todo momento, eram realizadas intervenções para explicar a lógica deste equipamento. Assim, conseguiram atingir o objetivo proposto da atividade.

Ao conhecerem esses elementos da eletrônica, deu-se o primeiro passo para a inserção do Arduino e a construção de projetos robóticos.

4.3 Etapa 3 - Construindo com Arduino

A partir das explicações da aula de conhecimento básico de eletrônica e inserção de simulações com o *Tinkercad*, foi solicitado aos alunos que eles criassem primeiramente um semáforo nesta plataforma e posteriormente, em trio ou em quarteto, eles realizassem a montagem com o Arduino (Figura 5). Mais uma vez, os alunos tiveram dificuldade para realizar a montagem na *protoboard*, colocando sempre os objetos muito próximos, dificultando a identificação dos *jumps* machos para serem distribuídos na placa ou



Figura 4: Aluna trabalhando com o multímetro.

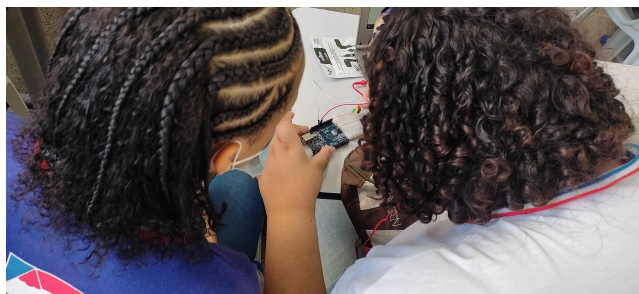
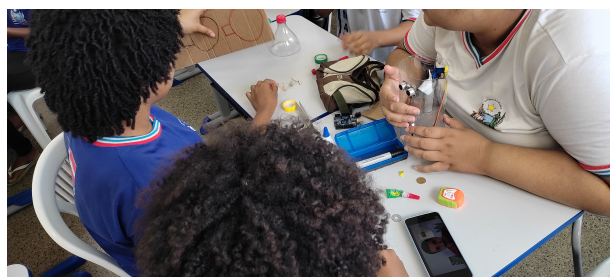
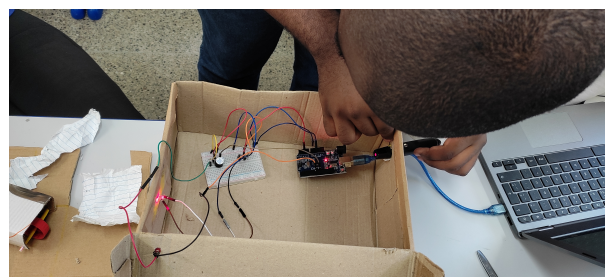


Figura 5: Atividade com Arduino.

inserindo-os em saídas incorretas, impedindo o funcionamento do circuito eletrônico. A todo momento, o professor era questionado



(a) Lixeira eletrônica.



(b) Caixa segura.

Figura 6: Projetos Finais.

em qual local eles iriam inserir o positivo, negativo, GNV e 5V tanto para a *protoboard* quanto para o Arduino. As respostas não foram cedidas e todos foram estimulados a testarem no simulador e, em seguida, organizarem na placa. Com isto, a distribuição foi feita de maneira correta e então iniciaram a lógica de programação. Nesta etapa, apresentaram dificuldade em compreender a lógica de funcionamento da saída digital da placa Arduino, mas, ao passo que as instruções eram dadas, eles conseguiram desenvolver a atividade.

Em uma das aulas de atividades com Arduino, um aluno perguntou se seria feito um robô, parafraseando-o, “até porque o nome do curso é Robótica”. Antes que o professor respondesse, uma outra aluna respondeu que “estamos no curso iniciante ainda” e o professor endossou a fala da aluna salientando que, embora o curso fosse iniciante, o aluno poderia utilizar das peças e conexões aprendidas para realizar a montagem de algo que fosse desejado, dentro das limitações da quantidade de materiais disponíveis. Isso evidenciou a ansiedade dos estudantes para construir projetos maiores. Por coincidência, a atividade planejada para o dia foi a montagem de um robô bípede no Tinkercad, utilizando o servomotor. Inicialmente, foi exposto um vídeo mostrando como se movimenta um bípede e, em seguida, demonstrado a anatomia dele, apontando que os servomotores ficariam localizados nas articulações. Após as explicações, todos foram solicitados a realizarem a simulação de movimentação do robô com as conexões e códigos no Tinkercad. A tarefa foi notoriamente positiva, pois os alunos se sentiram contemplados com a vontade de desenvolverem um robô como eles imaginavam que deveria ser.

No decorrer do curso, foram realizadas execuções de tarefas com sensores e atuadores, tanto no simulador quanto no equipamento físico. Para finalizar o curso, foi solicitado que todos se juntassem em grupos para realizarem um projeto final. Eles deveriam, inicialmente, pesquisar possibilidades e planejar como executariam a tarefa. Na aula seguinte, os alunos trouxeram materiais recicláveis para construir o projeto idealizado (Figura 6). Foram construídos dois projetos: a) uma lixeira eletrônica com garrafa PET e papelão, usando sensor de distância, servomotor, Arduino e jumps; b) uma caixa de segurança, formada por uma caixa de papelão, *laser*, LDR, LEDs, Arduino e *jumps*. Os grupos ficaram autônomos para executarem as tarefas e os alunos se mostraram bastante atenciosos e tiveram as dificuldades atenuadas devido à ajuda mútua.

Um fato importante a destacar é que os alunos não apresentaram nenhum estranhamento em trabalhar com o Tinkercad para realizar a simulação e depois, com o *mBlock*, para inserir os códigos na placa Arduino.

5 AVALIAÇÃO DA EXPERIÊNCIA

Nesta seção, fazemos uma breve avaliação da experiência a partir de inventários de atitudes em relação à robótica e de habilidades do século XXI.

5.1 Atitudes em relação à robótica

No último dia, ao final das atividades do curso, foi realizada uma aplicação do questionário denominado Atitudes em Relação à Robótica [13], traduzido para português e revalidado [21]. Ao analisar o construto de *vontade de aprender*, na Figura 7, é possível verificar que os alunos apresentaram vontade de aprender mais sobre robótica ao término das atividades do curso, mesmo que 23% dos alunos tivessem declarado que a robótica não os interessa. Isso pôde ser observado na pergunta “Eu gostaria de aprender mais sobre robótica” e “Eu sei que posso aprender muito sobre robôs”, em que todos concordaram de alguma maneira com estas afirmativas. Embora os estudantes quisessem saber mais sobre robótica, 69% disseram que não realizavam procura máxima sobre o tema, assim como 38,4% não tinham tanto gosto em assistir programas relacionados à robótica. Outro destaque é que 38,4% dos participantes não consideraram a robótica tão importante para si mesmos.

A *autoconfiança* dos alunos (Figura 8) em executarem tarefas relacionadas com robótica apresentou valores que demonstram que eles confiam em si mesmos quanto à capacidade de construir um robô, podendo ser verificado nos itens “Eu confio na minha habilidade de construir robôs” (concordância de 61,6%) e “Eu sou capaz de construir um robô” (concordância de 84,6%). Essa confiança adquirida pode ter sido decorrente das atividades propostas de construção de equipamentos robóticos tanto no simulador quanto nas ferramentas físicas.

A falta de infraestrutura e de equipamentos suficientes para que todos trabalhassem em determinados momentos de forma individual pode ter sido uma razão para eles não se sentirem tão bem em fazer robôs, embora se sentissem capazes.

Ao contrário da confiança revelada pelos itens anteriores, mais de 70% dos estudantes não apresentaram confiança em conseguir

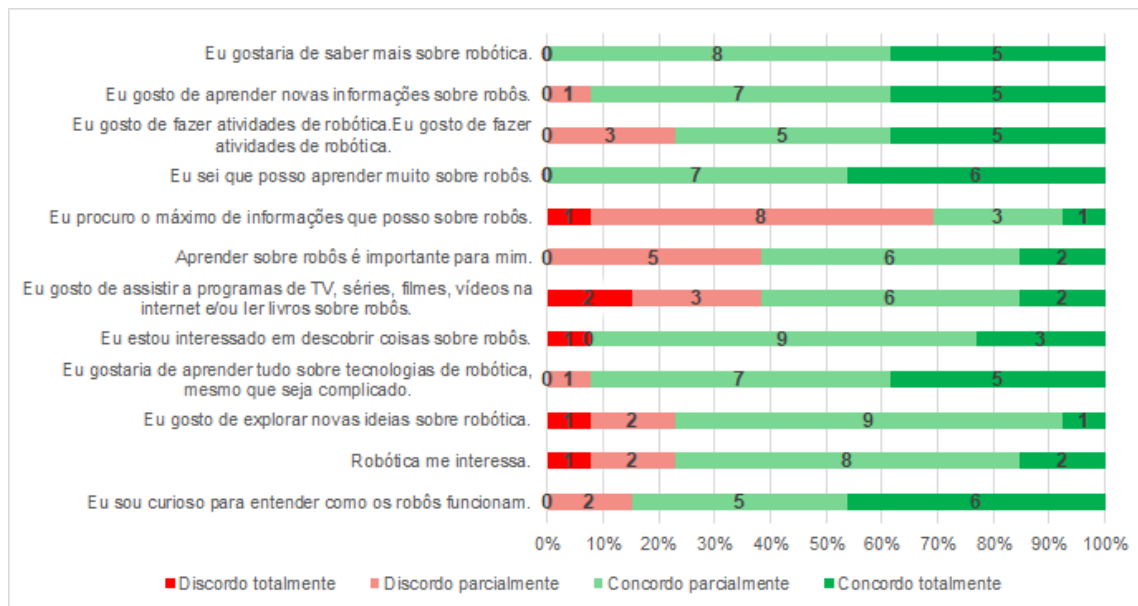


Figura 7: Construto *vontade de aprender*.

escrever um programa de computador, não se consideraram bons em fazer robôs e não se consideraram pessoa que poderiam se tornar especialistas da área. Esta última afirmação pode ser traduzida por não ser uma profissão almejada por eles. Durante o curso, apenas 23% dos alunos sinalizaram que gostariam de trabalhar na área de computação, mas não especificaram em que especialidade poderia ser.

De modo geral, o questionário apontou que, ao final do curso, os alunos estavam entusiasmados com a robótica. Atividades futuras que envolvam autoconfiança e o pensamento computacional (não reportado aqui por questões de espaço) devem ser repensadas com o intuito de melhorar estas atitudes dos alunos.

5.2 Habilidades do século XXI

Assim como o anterior, o questionário de habilidades do século XXI [15] foi aplicado ao término do curso, no último dia de atividades. O construto *aprendizagem e trabalho em equipe* apresentou, como ponto negativo, o aspecto concentração. Dentre as respostas, 46,1% afirmaram não conseguir manter a concentração durante muito tempo, sendo isso corroborado com 61,5% que afirmaram que não evitavam mexer no celular ou deixar de conversar. Durante o curso as conversas eram constantes, enquanto aguardavam os colegas usarem algum equipamento cujo número não era suficiente para todos. Porém, isso não impactava nas produções ou execuções das atividades.

Vale destacar o respeito pelo próximo e o bom relacionamento em trabalho revelados em números pelo questionário, que também foi observado em atitudes em sala de aula, a exemplo de compartilhar as ferramentas de forma ordeira, ajudarem uns aos outros durante as dificuldades existentes, não sendo registrado nenhuma situação de desentendimentos ou conflitos acentuados durante o

curso. Esse fator ajudou no desenvolvimento das atividades, especialmente durante as atividades de compartilhamento de ferramentas ou tarefas em equipe.

O resultado da afirmação “Eu gosto de fazer e responder perguntas para aprender algo novo” coaduna com os resultados positivos de vontade de aprender robótica (Figura 7) e, em situações observadas em sala de aula, a exemplo de perguntarem em quais ambientes a robótica tinha aplicação, se as inteligências artificiais poderiam ser consideradas robôs, se os carros híbridos são desenvolvidos por estudiosos da robótica ou, na ansiedade de montar um robô bípede, perguntando como ele se constitui.

O resultado disposto no construto de *proficiência em TIC* evidenciou algumas dificuldades apresentadas pelos estudantes durante o curso. Muitos dos participantes possuíam dificuldades quanto ao uso do teclado, especialmente na inserção de acentos, para conseguir identificar por que algum site não entrava ou não conseguir salvar as tarefas feitas em sala. No decorrer do curso, os estudantes apresentaram melhora significativa nestes aspectos.

Vale pontuar que os pontos negativos da *proficiência em TIC* – interpretação de gráficos e tabelas, identificação de erros de programas e suas resoluções, ocorrência da comunicação na internet e explicitação das partes do computadores – não estiveram entre os conteúdos abordados nesta intervenção, sendo uma possível explicação para esses números aparecerem de forma negativa.

6 DISCUSSÃO

Algumas manifestações observadas por parte dos estudantes durante o curso indicaram os resultados revelados pelos itens dos questionários tratados nas Subseções 5.1 e 5.2. Os participantes, ao serem questionados se procuravam mais sobre o tema não estando nas atividades do curso, responderam que realizavam pouca procura e, quando realizavam, era de forma superficial. Notou-se que, em

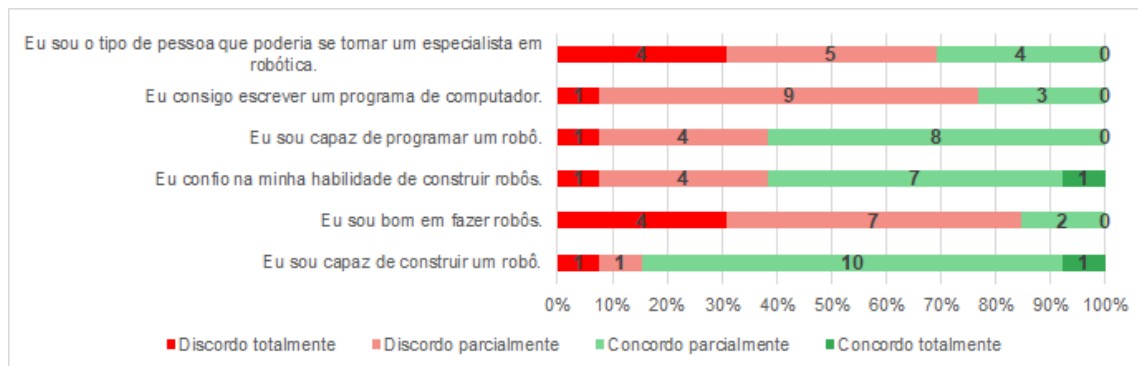


Figura 8: Construto *autoconfiança*.

conversas durante o curso, poucos estudantes possuíam interesse em trabalhar com computação, sendo observado no questionário um quantitativo similar para o interesse em se tornar especialista na área de robótica.

Os alunos expressaram em grande parte serem desatentos. Porém, mesmo se considerando desta forma, nas atividades do curso eles se mantiveram focados, com ressalva apenas quando aguardavam a vez de utilizarem os materiais físicos de robótica. Salienta-se ainda que quanto ao uso do celular em sala de aula, poucas vezes tiveram que ser chamados a atenção.

Parte dos aprendizes, embora tivessem um momento dedicado à programação no curso, indicaram ao final que não sabiam escrever um programa de computador e não sabiam como identificar, testar e corrigir erros de um programa de computador. Esses pontos também foram observados em sala de aula. Os alunos, ao desenvolverem as atividades de programação, possuíam muitas dificuldades na identificação dos erros, assim como não realizavam testes. Nessa situação, notou-se que os estudantes sempre aguardavam alguns colegas resolverem as questões para poderem obter as respostas dos problemas. Embora fossem estimulados a tentarem identificar e testar os erros, esse cenário foi recorrente nas atividades. Para atividades futuras, é salutar inserir tarefas que estimulem os alunos a realizarem a depuração dos códigos.

Dentre as lições aprendidas durante este período de desenvolvimento do curso de robótica educacional, é possível destacar a geração de um produto que possa ser útil no dia a dia do estudante a partir dos conhecimentos estabelecidos nas aulas. Esse produto é o desfecho esperado pelos estudantes para selar a compreensão entre o que a teoria forneceu e o que é possível desenvolver na prática. Neste mesmo sentido, ao construir um produto final, todos foram desafiados a dominar os artefatos presentes nas tarefas. O domínio dos estudantes se deu de forma gradual. Alguns domínios ocorreram de forma secundária ou sem a intenção proposital do curso, a exemplo de conseguirem usar o teclado e o *touchpad* dos *chromebook* ou navegarem entre páginas da internet com maior destreza. Vale salientar, além desse ponto, a maneira como os alunos foram tomando posse dos conteúdos e conhecimento referente ao tema. A aprendizagem se deu pelo aspecto de aprendizagem dos conceitos sob demanda e por exploração, ou seja, ao passo que os alunos tinham a necessidade de utilizar determinado conceito ou estrutura de linguagem ou dos equipamentos eletrônicos, eles iam

explorando as possibilidades e testando-as com o intuito de melhor adaptar a solução pensada ao problema. Por vezes, o professor indicava caminhos e ficava a cargo do estudante escolher a melhor maneira de utilizar as sugestões propostas.

Embora o curso de robótica tenha se mostrado positivo em diversas particularidades, algumas dificuldades foram encontradas. Dentre elas, a infraestrutura da escola e a quantidade de materiais robóticos limitados ocasionou alguns transtornos durante a execução. Quanto à infraestrutura, os únicos materiais disponibilizados pela escola foram os *chromebooks*, que ajudaram em grande parte. Porém, os elementos estruturais de aula como *datashow*, quadro ou equipamentos de robótica não foram cedidos ou a escola não os possuía. Os equipamentos de robótica foram disponibilizados pelos próprios pesquisadores. Isto fez com que os estudantes tivessem que esperar os colegas utilizassem o equipamento para poderem realizar suas tarefas. Inclusive, este fato poderia até mesmo desencorajar os alunos a estarem no curso.

Outro evento negativo que pode ser pontuado foi a ansiedade dos alunos em construir robôs como eles imaginavam que deveria ser. Em quase todos os momentos, eles perguntavam quando iriam construir um robô bípede ou que pudesse executar tarefas de automação. A expectativa de robôs mais complexos não foi atendida. Entretanto, foi realizada uma atividade para os alunos construir um robô bípede no simulador utilizado nas atividades e isso amenizou a frustração da turma.

Kaloti-Hallak et al. concluíram que os alunos mantiveram atitudes em relação a robótica de maneira positiva ao final da intervenção [12], fato observado também na nossa experiência, a exemplo dos alunos inquirirem sobre onde poderiam realizar outras práticas, se poderiam levar os projetos finais para casa ou para apresentar aos outros colegas e quando mencionaram que o curso foi importante para eles. Nesse mesmo sentido, o trabalho realizado por Machado et al. traz pontos de convergência com os resultados observados na experiência aqui abordada [15]. Segundo esses autores, os estudantes do ensino fundamental, assim como os alunos do ensino médio participantes desta pesquisa, apresentaram criatividade ao construir um produto e flexibilidade cognitiva ao aprenderem sobre conteúdos relacionados à eletrônica básica. As percepções de Machado et al. foram baseadas em observações durante as tarefas de robótica, não sendo utilizado um instrumento que avaliasse esses pontos [15]. Ao contrário, aqui as conclusões foram tomadas a

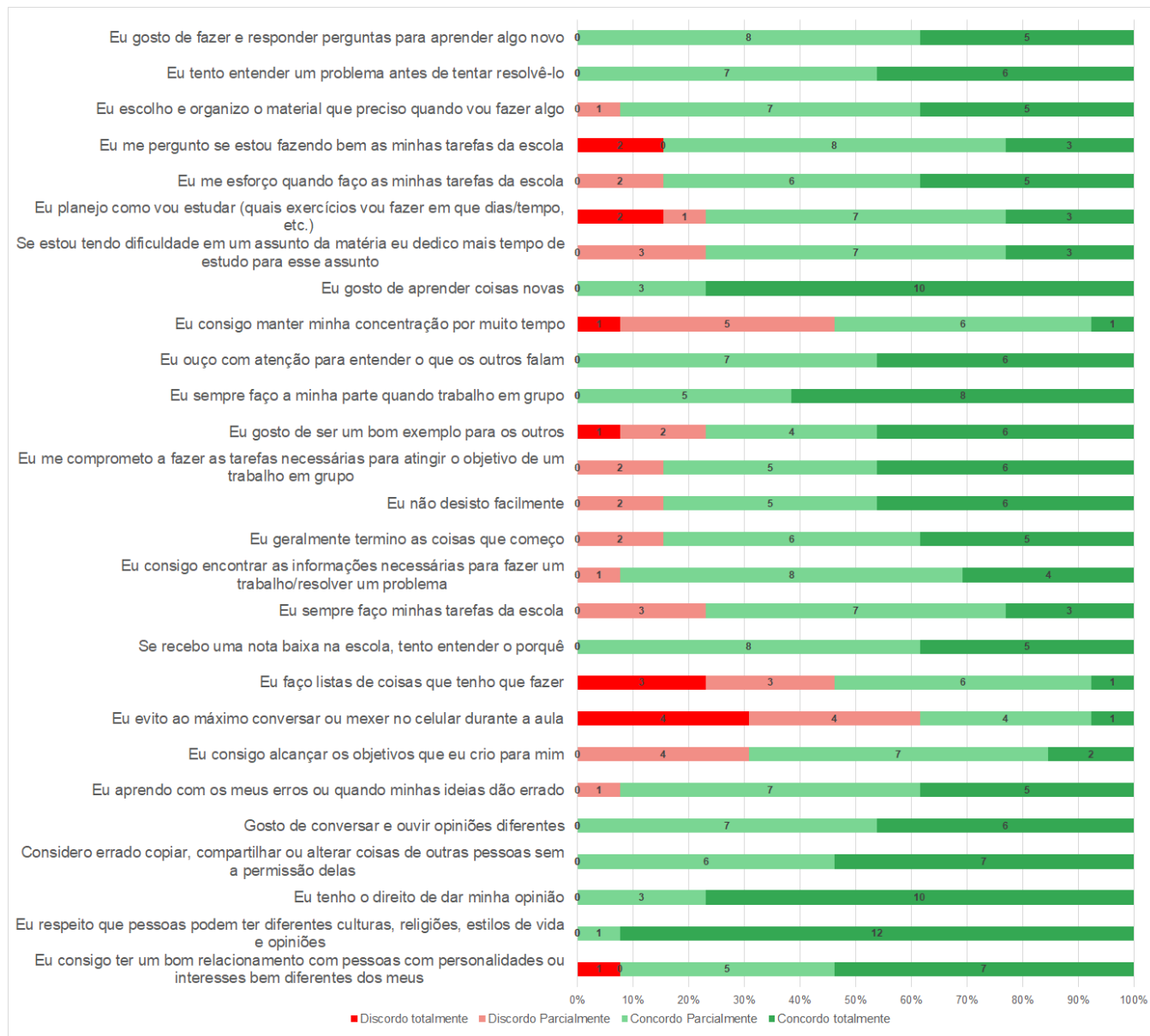


Figura 9: Construto aprendizagem e trabalho em equipe.

partir do que os alunos manifestaram durante o curso somado às respostas do instrumento bASES21.

As pesquisas supracitadas não apresentaram as dificuldades vivenciadas pelos alunos, impactando em uma análise mais crítica de como se pode resolver as situações adversas que aparecem no decorrer das atividades. Outro ponto de divergência foi quanto ao modo que os conteúdos foram apresentados. Enquanto essas pesquisas [15, 25] utilizaram o método tradicional de exposição de conteúdo, neste trabalho os estudantes foram explorando os conteúdos à medida que as necessidades iam sendo acionadas.

Há de se considerar que o nosso curso não explorou a conexão do que os alunos estavam aprendendo nas disciplinas escolares com

a robótica. Esta conexão permite culminar no desenvolvimento de artefatos com ambos os elementos, a exemplo do que foi feito por Benitti et al. ao conectar elementos de geografia com a robótica educacional [5]. Esse é um ponto a refletir em propostas futuras.

Um ponto importante a ressaltar é quanto ao parecer do Conselho Nacional de Educação (Parecer CNE/CEB nº 2/2022) de complemento à BNCC, o qual aponta para a curricularização do ensino de computação na educação básica [18], formalizado pela Resolução CNE/CEB nº 1/2022 [19]. No anexo a este parecer, são detalhadas as competências e habilidades em cada nível da educação básica, da educação infantil ao ensino médio [17]. No ensino médio, sete competências são propostas: 1) compreensão dos limites da computação

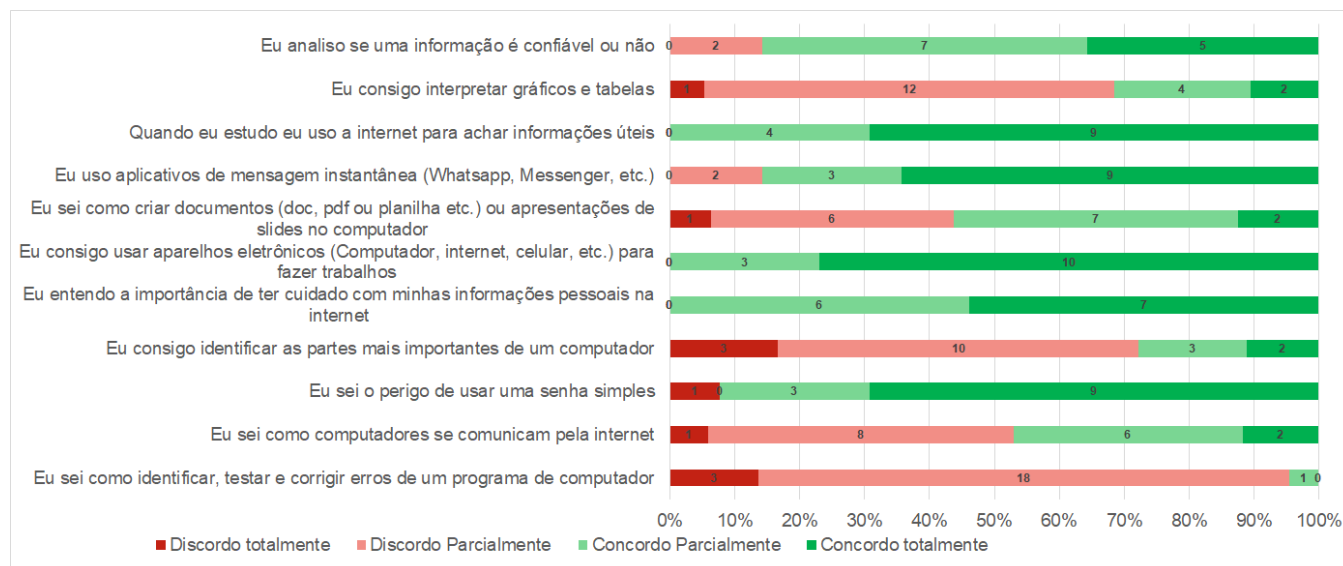


Figura 10: Construto proficiência em TIC.

na resolução de problemas; 2) análise crítica dos artefatos computacionais, a fim de resguardar a segurança das informações; 3) uso de técnicas computacionais para resolução de problemas no mundo contemporâneo; 4) construção de conhecimento a partir de técnicas e tecnologias digitais; 5) desenvolvimento de projetos para investigar problemas do mundo contemporâneo; 6) compartilhamento de informações, sentimentos e soluções computacionais por meio de diversas plataformas; e 7) tomada de atitudes pessoais e coletivas eticamente, recorrendo aos conhecimentos computacionais.

No contexto desse parecer, a robótica educacional consegue estimular e proporcionar atividades que explorem muito dessas competências. Durante a execução das atividades, os alunos são desafiados a construir soluções para problemas com Arduino, realizar atividades em equipe respeitando as divergências, compartilhamento de informações entre os pares e/ou extrapolando para o contexto extraclasse com apresentação aos colegas não participantes, desenvolvimento de projetos para resolução de problemas contemporâneos e análise crítica do que fazer com os instrumentos disponíveis. Deste modo, esta experiência, ao ser ofertada no âmbito do ensino médio, colabora para o desenvolvimento de competências propostas para esse nível de ensino, além da possibilidade de desenvolver habilidades necessárias para o século vigente.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O curso de robótica educacional aplicado a estudantes do ensino médio regular da rede pública de ensino foi desenvolvido durante um mês e meio e contabilizou 40 horas, ocorrendo duas vezes na semana, com cerca de três horas para cada aula. As tarefas propostas foram divididas em três etapas: 1) conhecimento sobre lógica de programação através da linguagem de blocos; 2) desenvolvimento de habilidades de eletrônica básica; e 3) domínio e execução de tarefas com o Arduino e suas propriedades. Todos as etapas ocorreram na própria escola dos estudantes, no turno oposto às aulas deles.

A experiência gerou algumas lições importantes para atividades futuras, que versam sobre os produtos gerados durante o curso, o domínio gradual das tecnologias digitais, o uso de metodologia que fomenta a aprendizagem dos conceitos sob demanda e por exploração, o desenvolvimento de atividades com adereços tecnológicos em ambientes não preparados para esses eventos e o auxílio aos alunos para amenizar a ansiedade por robôs mais complexos.

O curso permitiu refletir sobre estratégias em ambientes não equipados para esse tipo de atividade, além de colaborar para o desenvolvimento de habilidades importantes para os participantes, seja o trabalho em equipe ou o desenvolvimento de tecnologias digitais. As principais limitações estão relacionadas ao tempo curto de execução e ao número limitado de kits Arduino disponíveis.

7.1 Trabalhos Futuros

A partir das lições aprendidas, é possível remodelar o curso e inserir outras atividades que demandem mais conhecimento sobre as TICs, assim como associá-las com os conteúdos das ciências, desenvolver projetos que estejam mais próximos do que os alunos idealizam como robôs e adicionar elementos da robótica no momento de aprendizagem de programação para que os alunos comecem desde cedo a se habituarem com o desenvolvimento de robôs.

Vale destacar que a experiência aqui exposta pode ser adaptada ou executada em outros contextos escolares. Inclusive, pode ser inserida nos anos finais do ensino fundamental da educação básica ou associada a disciplinas que envolvam os conteúdos propostos na execução do curso.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à comunidade escolar do Colégio Estadual Ministro Aliomar Baleeiro pela participação voluntária neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- [1] Carlos Manuel dos Santos Almeida. 2015. *A importância da aprendizagem da robótica no desenvolvimento do pensamento computacional: um estudo com alunos do 4º ano*. Ph.D. Dissertation.
- [2] Saira Anwar, Nicholas Alexander Bascou, Muhsin Menekse, and Asefeh Kardgar. 2019. A systematic review of studies on educational robotics. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)* 9, 2, 2.
- [3] Bradley S Barker and John Ansorge. 2007. Robotics as means to increase achievement scores in an informal learning environment. *Journal of research on technology in education* 39, 3, 229–243.
- [4] Fabiane Barreto Vavassori Benitti. 2012. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. *Computers & Education* 58, 3, 978–988.
- [5] 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.
- [6] Marilyn Binkley, Ola Erstad, Joan Herman, Senta Raizen, Martin Ripley, May Miller-Ricci, and Mike Rumble. 2012. Defining twenty-first century skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills*. Springer, 17–66.
- [7] República Federativa do Brasil. 2018. Base Nacional Comum Curricular.
- [8] Daniela Conti, Santo Di Nuovo, and Alessandro Di Nuovo. 2019. Kindergarten children attitude towards humanoid robots: what is the effect of the first experience?. In *2019 14th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*. IEEE, 630–631.
- [9] Sociedade Brasileira de Computação. [n.d.]. Diretrizes para ensino de Computação na Educação Básica. <https://www.sbc.org.br/documentos-da-sbc/send/203-eduacao-basica/1220-bncc-em-itinerario-informativo-computacao-2>
- [10] A Eguchi. 2017. Bringing Robotics in Classrooms. In *Robotics in STEM Education: Redesigning the Learning Experience*. Springer, 3–32.
- [11] Mustafa Serkan Gunbatar and Halit Karalar. 2018. Gender differences in middle school students' attitudes and self-efficacy perceptions towards mBlock programming. *European Journal of Educational Research* 7, 4, 925–933.
- [12] Fatima Kaloti-Hallak, Michal Armoni, and Mordechai Ben-Ari. 2015. Students' attitudes and motivation during robotics activities. In *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education*. 102–110.
- [13] Sevda Kucuk and Burak Sisman. 2020. Students' attitudes towards robotics and STEM: Differences based on gender and robotics experience. *International Journal of Child-Computer Interaction* 23, 100167.
- [14] Beng Yong Lee, Lee Hung Liew, Mohd Yazid Bin Mohd Anas Khan, and Azlina Narawi. 2020. The effectiveness of using mbot to increase the interest and basic knowledge in programming and robotic among children of age 13. In *Proceedings of the 2020 The 6th International Conference on E-Business and Applications*. 105–110.
- [15] Adriana Machado, Juliana Câmara, and Vicente Willians. 2018. Robótica Educacional: Desenvolvendo Competências para o Século XXI. In *III Congresso sobre Tecnologias na Educação (Ctrl+ E)*. 215–226.
- [16] Lúcia Helena Martins-Pacheco, L Degering, Fernanda Mioto, C von Wangenheim, A Borgatto, and Giani Petri. 2020. Improvements in bASES21: 21st-century skills assessment model to K12. In *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education*. 297–307.
- [17] MEC/CNE/CEB. 2022. Anexo ao Parecer CNE/CEB 2/2022 - Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=236791-anexo-ao-parecer-cneceb-n-2-2022-bncc-computacao&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192
- [18] MEC/CNE/CEB. 2022. Parecer CNE/CEB 2/2022 - Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=235511-pceb002-22&category_slug=fevereiro-2022-pdf&Itemid=30192
- [19] MEC/CNE/CEB. 2022. Resolução CNE/CEB 1/2022 - Normas sobre Computação na Educação Básica – Complemento à Base Nacional Comum Curricular (BNCC). http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=241671-rceb001-22&category_slug=outubro-2022-pdf&Itemid=30192
- [20] Fernanda Mioto, Giani Petri, Christiane Gresse von Wangenheim, Adriano Ferreti Borgatto, and Lúcia Helena Martins Pacheco. 2019. bASES21 – Um Modelo para a Autoavaliação de Habilidades do Século XXI no Contexto do Ensino de Computação na Educação Básica. *Revista Brasileira de Informática na Educação* 27, 01, 26.
- [21] João Pedro A. Moraes and Roberto A. Bittencourt. 2023. Tradução e Validação de um Instrumento para Mensurar Atitudes em Relação à Robótica. In *Anais do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação (EduComp 2023)* (On-line). SBC, Porto Alegre, RS, Brasil.
- [22] GE Palaigeorgiou, PD Siozos, Nikos I Konstantakis, and Ioannis A Tsoukalas. 2005. A computer attitude scale for computer science freshmen and its educational implications. *Journal of computer assisted learning* 21, 5, 330–342.
- [23] H Sánchez, LS Martínez, and JD González. 2019. Educational robotics as a teaching tool in higher education institutions: A bibliographical analysis. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1391. IOP Publishing, 012128.
- [24] Burak Sisman and Sevda Kucuk. 2018. A Validity and Reliability Study of the Turkish Robotics Attitude Scale for Middle School Students. 19, 1, 284–299.
- [25] Isabelle Maria Lima Souza, Wilkerson L Andrade, and Livia S Campos Sampaio. 2021. Aplicações da Robótica Educacional para o Desenvolvimento do Pensamento Computacional no Contexto do Ensino Médio Integral. In *Anais do Simpósio Brasileiro de Educação em Computação*. SBC, 44–54.
- [26] Lai Poh Emily Toh, Albert Causo, Pei-Wen Tzuo, I-Ming Chen, and Song Huat Yeo. 2016. A review on the use of robots in education and young children. *Journal of Educational Technology & Society* 19, 2, 148–163.