

Uso da Robótica na Aprendizagem de Algoritmos com base na Teoria da Carga Cognitiva e na Interação Humano-Computador

Jacqueline C. T. do Rosário - UFPA - jacqueteixeira25@gmail.com - 0009-0004-3733-4335

Phelipe L. D. Feio - UFPA - phelipe.feio@icen.ufpa.br - 0000-0002-3575-1037

Marcelle Pereira Mota - UFPA - mpmota@ufpa.br - 0000-0001-9226-9020

Resumo: O índice de evasão e desistência nos cursos que envolvem programação e afins, ainda é um grande desafio para as instituições. Pesquisas indicam que a dificuldade de aprendizado dos alunos está relacionada a carga cognitiva exigida no processo, devido exigir alto esforço, raciocínio lógico e matemático. Teóricos da década de 80 já descreviam que a aprendizagem de algoritmo e programação não era uma tarefa simples e fácil, principalmente para alunos iniciantes. A utilização de robôs como artefatos educacionais, tem um grande potencial para prover um ambiente favorável ao aprendizado, onde a robótica permite trabalhar nas dificuldades dos alunos estimulando suas habilidades e promovendo melhores resultados. A aplicação da robótica na aprendizagem de algoritmos pode ser uma abordagem extremamente eficaz para tornar os conceitos de programação mais tangíveis e práticos. Desta forma, podemos destacar a robótica como uma ferramenta que possibilita aprendizagem compreensível, favorável, dinâmica e gradual. Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo da utilização da robótica educacional na aprendizagem de algoritmos no ensino fundamental, levando em consideração a Teoria da Carga Cognitiva e Interação Humano-Computador, visando diminuir as dificuldades vivenciada pelos alunos no entendimento de programação.

Palavras-chave: robótica, aprendizagem de algoritmos, TCCO, IHC.

Use of Robotics in Learning Algorithms based on Cognitive Load Theory and Human Computer-Interaction

Abstract: The dropout and dropout rate in programming courses is still a significant challenge for institutions. Research indicates that students' learning difficulties are related to the cognitive load required in the process, as it requires high effort in logical and mathematical reasoning. Theorists from the 1980s already described that learning algorithms and programming was a challenging task, especially for beginner students. Using robots as educational artifacts has excellent potential to provide a favorable environment for learning, where robotics allows students to work on difficulties, stimulating their skills and promoting better results. Applying robotics to learning algorithms can be an extremely effective approach to making programming concepts more tangible and practical. In this way, we can highlight robotics as a tool that enables understandable, favorable, dynamic, and gradual learning. This work aims to present a study of the use of educational robotics in learning algorithms in elementary school, taking into account the Cognitive Load Theory and Human-Computer Interaction, aiming to reduce the difficulties experienced by students in understanding programming.

Keywords: robotics, algorithm learning, TCCO, HCI.

1. Introdução

Nos diversos cursos da área da computação o primeiro contato dos alunos com a área da programação é realizado por meio da disciplina de algoritmos ou introdução a programação. Neste contexto, os docentes ensinam conceitos para o entendimento da lógica de programação, sendo a aprendizagem desta área crucial para o desenvolvimento dos alunos nas demais disciplinas dos cursos. O índice de evasão e desistência nos

cursos que envolvem programação e afins, ainda é um grande desafio as instituições, autores como Berssanette e Francisco (2021) mencionam que essa situação ocorre devido às dificuldades vivenciadas pelos alunos na compreensão de lógica de programação, tornando a aprendizagem ainda mais difícil. Para Fukao *et al.* (2023), essa dificuldade está relacionada à falta de compreensão de estruturas e padrões para a resolução de problemas complexos.

A dificuldade de assimilação de conteúdos de algoritmos, vivenciada pelos alunos nos cursos de computação, é estudada por autores como Najle *et al.* (2008) que destacam que a dificuldade em aprender dos alunos está relacionada a carga cognitiva exigida no processo de aprendizagem, devido exigir alto esforço, raciocínio lógico e muitas vezes entendimento matemático complexo no desenvolvimento das atividades. Essas dificuldades no aprendizado aumentam a insatisfação dos discentes, já que a absorção de conteúdo torna-se insuficiente. Para (Bosse e Gerosa, 2015) a dificuldade na aprendizagem pode estar entre os motivos que fazem com que os cursos da área de computação estejam entre os maiores no índice de evasões.

Para Arimoto e Oliveira (2019), o processo de aprendizagem de algoritmos é considerado um processo de difícil compreensão, já que exige raciocínio lógico e muitas vezes, matemático. Teóricos da década de 80 descrevem que a aprendizagem de algoritmo e programação não é uma tarefa simples e fácil, principalmente para alunos iniciantes (Sleeman, 1986). No entanto, Dijkstra *et al.* (1989) mencionam que o processo de aprendizagem deve ser trabalhado de forma gradual. A dificuldade de aprendizagem pode estar relacionada a necessidade de treinamentos intensivos, pois a única forma de se aprender programação é por meio de sua aplicação, ou seja, programando.

Como aponta Benitti (2012), entre as soluções possíveis para resolver o problema da dificuldade dos alunos em compreender programação, é a utilização da Robótica Educacional por ser uma das mais promissoras metodologias e por estar sendo mundialmente estudada. Para Papert (1994), a utilização de robôs como artefatos educacionais, tem um grande potencial para prover um ambiente favorável ao aprendizado dentro da sala de aula. Segundo Benitti (2012) e Eguchi (2010) a robótica é uma ferramenta educacional que possibilita práticas inovadoras, que tornam o ensino mais atraente, fazendo com que as crianças e jovens sintam-se parte do processo de ensino-aprendizado. Tudo isso se dá devido a forma como o conteúdo é apresentado, a robótica proporciona aos estudantes estímulos significativos na busca pelo conhecimento.

De acordo com Valente (1993), o aprendizado deve ser construído a partir de um processo cíclico, que é: de formulação de hipóteses, teste e avaliação dos resultados. Papert (1994) descreve que é preciso dar significado ao que se estuda, tornando a experiência no aprendizado mais eficaz, pois torna o aluno protagonista da sua aprendizagem. Autores como Zilli *et al.* (2004) defendem que a robótica permite trabalhar nas dificuldades dos alunos estimulando suas habilidades e promovendo melhores resultados. Essas habilidades proporcionam maior interação e conhecimento das tecnologias promovendo entendimento lógico no desenvolvimento das atividades, segundo a teoria Construcionista desenvolvida por Seymour Papert na década de 80, os alunos “aprendem melhor quando são envolvidos no planejamento e na construção de objetos ou artefatos que considerem significativos, partilhando-os com a comunidade envolvente”. A aplicação da robótica na aprendizagem de algoritmos pode ser uma abordagem extremamente eficaz para tornar os conceitos de programação mais tangíveis e práticos que possibilita aprendizagem compreensível, favorável, dinâmica e gradual, no âmbito escolar.

Explorar a interseção da Teoria da Carga Cognitiva (TCCO) com a Interação

Humano-Computador (IHC) e a aprendizagem de algoritmos através da robótica é uma abordagem interdisciplinar para o ensino de conceitos complexos. Por meio da colaboração em grupo, os alunos dividem a carga cognitiva ao resolver problemas juntos. Isso também reflete a natureza da IHC, onde muitas vezes várias mentes contribuem para a criação de sistemas interativos. Dado que a experiência é essencialmente derivada do conhecimento retido na forma de esquemas na memória de longo prazo, a TCCO se baseia em três categorias: carga intrínseca, carga irrelevante ou externa, e carga relevante (Sweller, 2010). A carga intrínseca se relaciona com a complexidade da tarefa realizada e a experiência do aluno, enquanto a carga irrelevante envolve processos que não contribuem para o desenvolvimento da aprendizagem. Por fim, a carga relevante é aquela gerada por processos de aprendizado que lidam diretamente com a carga cognitiva intrínseca, promovendo o progresso educacional (Chandler e Sweller, 1991).

Trabalhar a abordagem cognitiva e lógica desde a educação básica pode ser de grande ajuda para os futuros alunos (que visam cursar computação) e profissionais da área da computação, visto que além de promover interação entre os alunos, estimula a organização, concentração, raciocínio lógico, favorecendo o desenvolvimento social dos alunos. O objetivo desse trabalho é apresentar um relato da utilização da robótica educacional no ensino de algoritmos, no ensino fundamental, levando em consideração diretrizes da TCCO e de IHC, visando a diminuição das dificuldades vivenciada pelos alunos no entendimento de programação. Para isso, seguimos as seguintes etapas: aplicar diretrizes da TCCO; realizar atividades com robótica na aprendizagem de algoritmos; e abordar Interação Humano Computador na aprendizagem de algoritmo através da robótica.

2. Material e Métodos

O trabalho se configura como pesquisa-ação, conforme definido por Masters (1995) que a descreve como a identificação de estratégias de ação planejada que são postas em prática e, em seguida, submetidas sistematicamente a observação, reflexão e adaptação. Na fase inicial, realizamos uma avaliação do nível de conhecimento dos alunos em relação à robótica e ao entendimento de algoritmos. Esse diagnóstico permitiu identificar padrões dentro da turma, visando aprimorar e desenvolver novas estratégias de ensino. Para atingir esse objetivo, utilizamos o método de observação, além de aplicar duas atividades voltadas a compreensão da lógica, material adaptado. As atividades práticas foram realizadas nas instalações do Colégio Modelo (CTEM), localizado no município de Castanhal, no estado do Pará. Estas atividades foram aplicadas aos alunos do Ensino Fundamental Maior, abrangendo do 6º ao 9º ano, com idades variando de 10 a 16 anos. A instituição conta com um laboratório de robótica conhecido como Laboratório *Maker*, que se destaca pela sua abordagem multidisciplinar e aprendizado prático, equipado com kits de robótica *LEGO Mindstorms Education EV3*. Foram realizados 12 encontros com cada turma, sendo que às segundas-feiras nos dedicamos ao 7º ano, e às quartas-feiras ao 6º, 8º e 9º anos. As atividades foram divididas em 5 módulos, como mostrado na (Tabela1). No primeiro momento, focamos no mapeamento das turmas e na avaliação do nível de conhecimento dos alunos, investigando o que sabiam sobre leitura, lógica, programação e matemática.

Em consonância com os princípios da TCCO, optamos por iniciar as aulas com uma breve introdução ao conceito de algoritmo. Essa abordagem foi embasada nas investigações realizadas durante a pesquisa bibliográfica e teve como objetivo contextualizar os benefícios da aprendizagem, destacando a importância do entendimento de programação e algoritmos. Além disso, adotamos a prática de limitar a quantidade de

Tabela 1: Módulos trabalhados na pesquisa

Módulo	Conteúdo	Atividade	Avaliação
I	Fundamentos de Algoritmos	Segmento de linha e Reconhecimento de padrões	Observação e coleta de dados
II	Lógica de Programação	programação em bloco na ferramenta SCRATCH	Observação e socialização das atividades desenvolvidas
III	Apresentação de robótica	Definição de Robótica, benefícios	
IV	Apresentação do Kit de robótica	Descrição do kit: componentes. Construção de robô para trabalhar as funcionalidades dos motores grandes. Apresentação dos sensores: de cor, ultrassom e de toque	Resultado da execução do código desenvolvido pelos alunos
V	Estruturas de Decisão e repetição com sensores	Montagem e programação: robô desenhistas; Seguidor de linhas; Veículo com desvio de obstáculos	Implementação do código, e o resultado da execução.

informações transmitidas aos alunos, de modo a facilitar o processo de aprendizado.

Essa preocupação está relacionada com a carga excessiva de informações que os alunos recebem diariamente, segundo Miller (1956) o ser humano é capaz de processar um quantitativo de 5 a 9 elementos por vez, a sobrecarga de informação dificulta o entendimento lógico dos alunos, contribuindo para a não assimilação das informações recebidas, desta forma, a aprendizagem fica comprometida e a estrutura cognitiva prejudicada. Baseado na TCCO buscou-se trabalhar exemplos simples para ilustrar como diferentes tarefas e problemas podem exigir esforços mentais diferentes, com simplicidade na programação inicial, com realização de tarefas simples e algoritmos de baixa complexidade.

Com o uso de sensores e sons, os alunos puderam ver e ouvir as respostas dos robôs às suas instruções. Quando utilizado a programação em bloco, programação visual, os alunos puderam arrastar e soltar blocos de código para criar algoritmos que foram utilizados nos robôs. Visando uma aprendizagem eficaz, os testes e socialização foram primordiais para a memorização e desempenho dos alunos, compartilhando a carga cognitiva e promovendo a compreensão mútua.

Na abordagem da programação dos robôs para interação com usuário, buscamos definir alguns conceitos de IHC e sua importância, mostrando exemplos de como os seres humanos interagem com sistemas computacionais em suas vidas diárias, como *smartphones*, aplicativos e dispositivos de automação residencial. Nas atividades preocupou-se em projetar interfaces focados no usuário em seus robôs, definindo a interação por meio de botões (sensores de toque), e sensor ultrassom; dando ênfase na importância de entender as necessidades e preferências dos usuários ao projetarem seus robôs para interagirem com outras pessoas. Assim como na TCCO, em IHC os testes de usabilidade foram fundamentais antes da entrega final do projeto.

Com o crescimento e avanço contínuo das pesquisas no campo da robótica em âmbito global, abrangendo aplicações em entretenimento, saúde, tarefas domésticas, indústria e sociedade, a incorporação dessa abordagem pode resultar em aprimoramentos significativos na aprendizagem. A robótica educacional, que utiliza linguagem de programação em blocos, oferece uma maneira eficaz de compreender e aplicar conceitos relacionados a algoritmos, tornando o processo de aprendizagem mais acessível e eficiente.

3. Relato de Experiência

As primeiras atividades tiveram como objetivo avaliar o conhecimento lógico dos alunos e nivelar a turma, visando um melhor aproveitamento do conteúdo posterior. Após

descrever e caracterizar algoritmos, fornecendo conceitos e definições com exemplos práticos de aplicação no cotidiano, prosseguimos com a implementação da primeira atividade. Na Figura 1a, apresentamos a atividade denominada "Seguindo a Seta", na qual os alunos foram desafiados a desenhar formas geométricas utilizando setas, demonstrando seu entendimento de direções e coordenadas, como esquerda, direita, para cima, para baixo e seguir em frente.

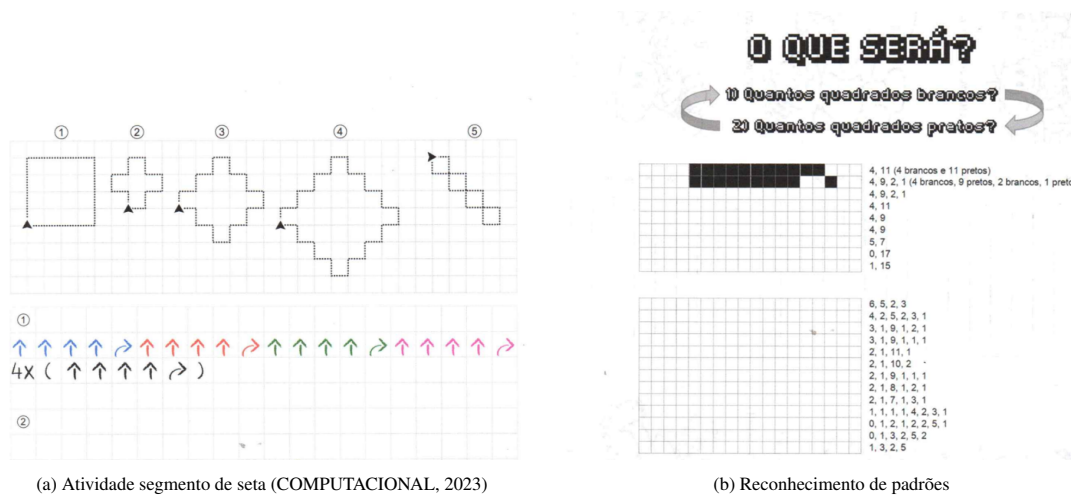


Figura 1: Atividades de avaliação de conhecimento lógico (COMPUTACIONAL, 2023)

Conforme ilustrado no exemplo, os alunos executaram a tarefa utilizando papel quadriculado para facilitar a compreensão e realização da mesma. A partir de um ponto específico, para melhor direcionamento, os alunos precisavam contornar a forma, simulando passos que eram representados por setas.

Na segunda atividade, os alunos foram desafiados a encontrar e seguir padrões de preenchimento para identificar imagens ocultas, denominada "O que será?", conforme exemplificado na Figura 1b. A atividade consistia em descobrir as imagens baseada nos padrões definidos. A atividade também incluía um exemplo de como realizar a tarefa. A primeira coluna representa a quantidade de quadrados que deveriam ser deixados em branco, enquanto a segunda representa a quantidade de quadrados a serem coloridos/pintados, os alunos precisavam seguir a sequência ordenada: em branco e colorido, sucessivamente. À medida que os alunos seguiam as instruções, uma imagem se revelava ao final. Após a conclusão das atividades de nivelamento, avançamos para a fase de pesquisa. Após apresentar os fundamentos, conceitos e aplicações de algoritmos por meio de representações em fluxograma, conduzimos uma atividade prática na qual os alunos foram desafiados a "criar um Algoritmo" e representá-lo em forma de fluxograma. Durante esse processo, exploramos exemplos simples de tomada de decisão, seguindo a estrutura "Se...Então". A partir dessa atividade, demos início à exploração da programação em blocos, utilizando a ferramenta *Scratch* como recurso. O *Scratch* permite a criação de histórias, animações e jogos, fornecendo um *feedback* imediato sobre as criações. Isso permite que os alunos acompanhem o desenvolvimento de seus projetos, ajustando a programação conforme necessário, com erros e acertos os alunos aprimoram sua aprendizagem.

Dentro da plataforma de programação, uma das atividades de ensino consistiu na criação de variáveis, com ênfase em sua utilidade e importância. Os alunos enfrentaram o desafio de criar uma aplicação que realizasse a soma de dois valores arbitrários, permitindo os usuários inserirem os valores que desejassem ao testar a aplicação,

(Figura 2), exploramos conceitos de IHC, a partir da interação de outros usuários com a aplicação desenvolvida pelos alunos, além de variáveis e conceitos de matemática básica.

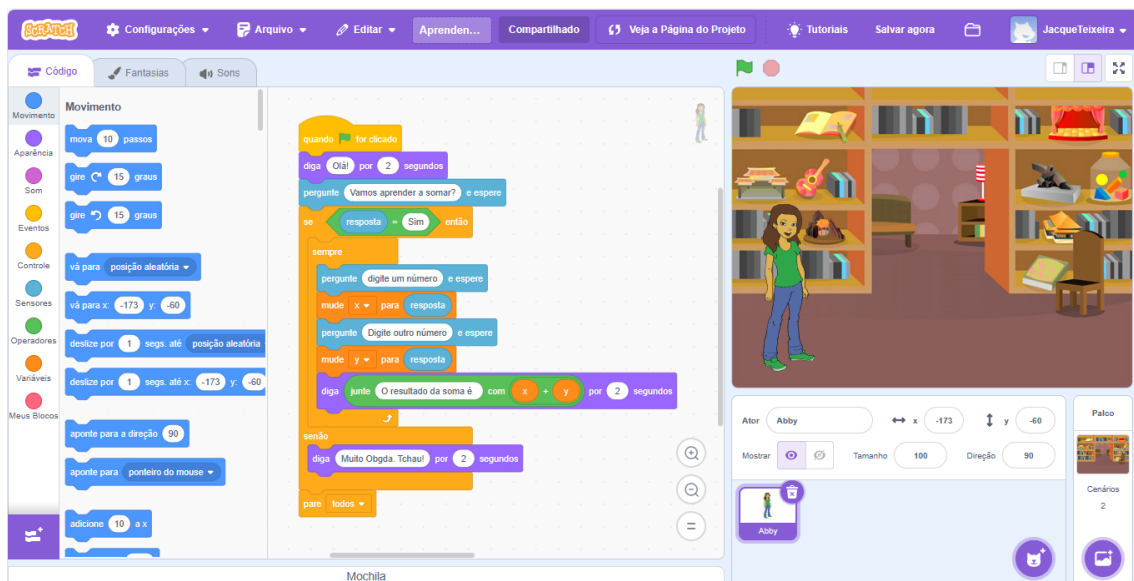


Figura 2: Atividade soma com variáveis

Em seguida, avançamos para a apresentação da parte teórica da robótica, abordando tópicos como os benefícios do aprendizado em robótica, sua conexão com oportunidades de carreira, e, em seguida, fizemos uma apresentação do *kit* de robótica. Utilizamos o *LEGO Education Mindstorms EV3*, um kit composto por uma variedade de componentes, incluindo sensores, motores grandes e médios, engrenagens, pinos, vigas, rodas, cabos, módulo programável e muito mais. A primeira atividade prática com o *kit* envolveu a construção simples de um robô para explorar as funcionalidades dos motores grandes, que oferecem três modos de operação: grau, rotação e segundos. Nesse contexto, montamos e programamos um robô de corrida, ajustando gradualmente sua velocidade, como observado na Figura 3a. Para a programação do robô, utilizamos a ferramenta de desenvolvimento da linha *LEGO Education*, a *EV3 Classroom 1.5.3*, como plataforma de programação (Figura 3b). A ferramenta possui um design semelhante à plataforma *Scratch*, tornando a aprendizagem da programação mais acessível e familiar.

Para abordar estruturas de decisão e repetição, que são conceitos fundamentais na programação e frequentemente desafiadores para os alunos, empregamos três sensores: o sensor de cor, o de toque e o ultrassônico. O sensor de cor nos permitiu explorar de maneira sistemática as estruturas de decisão e repetição, o sensor trabalho em três funcionalidades: reconhecimento de cor; intensidade de luz refletida e intensidade de luz ambiente. Nessa atividade, abordamos o conceito de "seguidor de linha", conforme modelo exemplificado na Figura 4a, no qual o sensor utiliza o reconhecimento de cores para identificar uma linha preta e segui-la, completando todo o percurso definido.

Utilizando o sensor ultrassônico, montamos e programamos o "Veículo com Desvio de Obstáculos" apresentado na Figura 4b. Nessa atividade, a programação do robô foi projetada para iniciar o movimento e, ao detectar um obstáculo, o robô recuaria e ajustaria sua trajetória. Essas atividades envolveram a programação de robôs distintos para executar a tarefa, permitindo que os alunos reforçassem e aprofundassem a compreensão do conteúdo abordado.

A evasão no ensino superior é um problema grave, suas causas e possíveis soluções têm sido temas de pesquisas por diversos autores, como (Filho *et al.*, 2007)

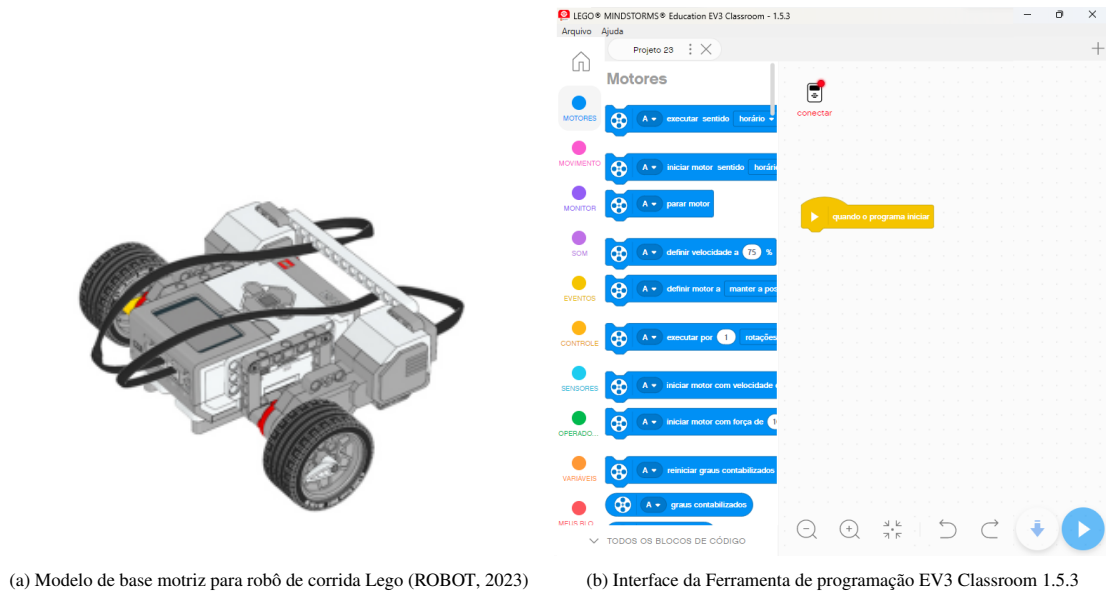


Figura 3: Modelo de base motriz utilizado na atividade e área de programação da ferramenta *classroom* EV3

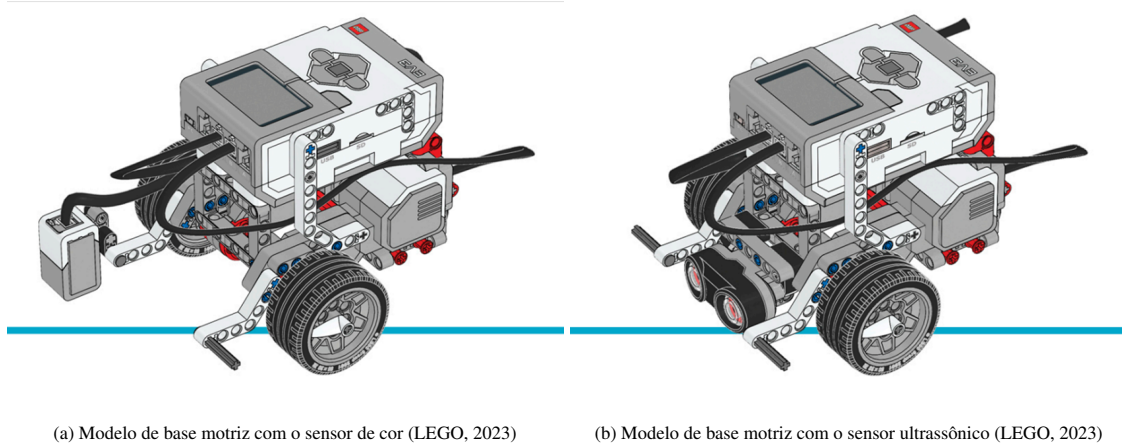


Figura 4: Modelos de base motriz utilizadas nas atividades

e (Giraffa e Mora, 2013). Para (Giraffa e Mora, 2013) “*as principais disciplinas causadoras da evasão são as matérias relacionadas à cálculo e à programação, inclusive as matérias relacionadas a algoritmos*”. Para (Slhessarenko *et al.*, 2014) a relação entre a evasão nos cursos superiores de exatas e o ensino fundamental é a falta de: preparação, motivação, qualidade do ensino e orientação dos alunos durante a fase primordial de aprendizado.

4. Resultados e Discussão

As atividades iniciais tiveram como propósito avaliar as dificuldades dos alunos das turmas do 6º, 7º, 8º e 9º anos. Durante a aplicação das atividades, contamos com a participação efetiva de 20, 31, 23 e 32 alunos em cada turma, respectivamente. Dos 106 alunos que realizaram a primeira atividade, chamada “Segmento de Seta”, apenas 25 conseguiram finalizar e acertar, enquanto 66 finalizaram porém, não obtiveram acertos e 15 não conseguiram concluir a atividade. Na segunda atividade, “Reconhecimento de Padrões”, dos 106 alunos, 56 completaram com sucesso, 17 erraram os padrões e não conseguiram identificar as imagens corretas, e 33 encontraram parcialmente as imagens, apenas 1 ou 2. Os resultados da aplicação dessas atividades nas salas de aula estão

ilustrados na Figura 5a.

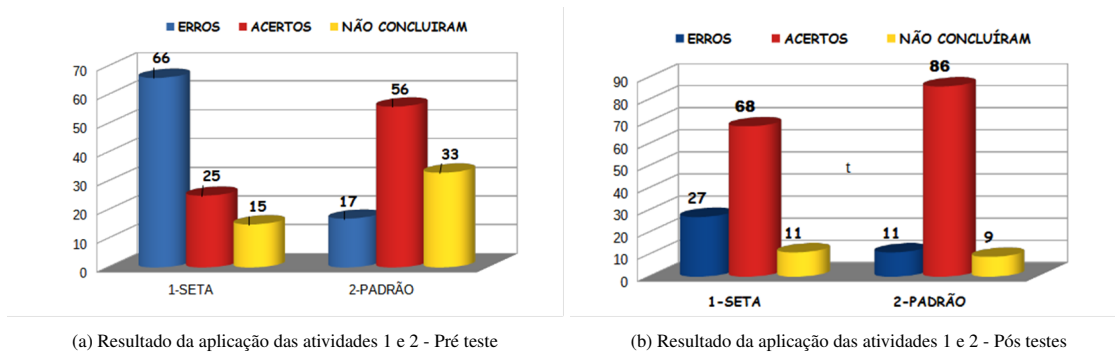


Figura 5: Resultados obtidos na aplicação das atividades 1 e 2

É importante salientar que, na primeira etapa da abordagem, notou-se que os alunos estavam dispersos e apresentavam falta de concentração. Eles também enfrentaram dificuldades ao realizar as atividades propostas. Além disso, em alguns casos, alunos do 6º ano enfrentaram dificuldades motoras e orientação. Na aprendizagem de algoritmos utilizando os métodos da Interação Humano-computador e a Teoria da Carga Cognitiva através da robótica, foram analisados dois pontos de vista. Do ponto de vista IHC: design de interface; feedback e interatividade. E do ponto de vista de TCCO: redução da carga cognitiva e atenção seletiva. No pós-testes, que foi a aplicação das mesmas atividades no final das aulas, destacamos o aumento na quantidade de acertos dos alunos, a diminuição dos erros e não concluídos, como mostrado na Figura 5b.

Uma das observações, durante a pesquisa, foi a facilidade de interação dos alunos com a tecnologia e como a abordagem facilitadora de aprendizagem contribuiu para o aprofundamento no aprendizado de lógica de programação, estimulando sua proatividade na resolução de problemas. Por outro lado, um desafio identificado foi o tempo necessário para conduzir as atividades, especialmente em turmas com grande número de alunos, tornando limitado o atendimento individual às equipes. Além disso, os kits de robótica utilizados na pesquisa, consistem nos kits *LEGO Education Mindstorms EV3*, que possuem um alto custo, também representa uma limitação para aplicações em outras escolas.

5. Conclusões

A utilização da robótica, da TCCO e da IHC no ensino de algoritmos representa uma abordagem inovadora e promissora para o desenvolvimento das habilidades lógicas e cognitivas dos alunos. Este artigo explorou a integração dessas duas disciplinas no contexto educacional, destacando os benefícios e as implicações desse enfoque. A robótica educacional oferece uma plataforma prática e envolvente para os estudantes aplicarem conceitos de algoritmos, promovendo uma compreensão mais profunda da lógica por trás das ações dos robôs. Ao programar robôs para realizar tarefas específicas, os alunos aprendem a criar algoritmos eficazes e a solucionar problemas de forma sistemática.

A TCCO, por sua vez, desempenha um papel crucial na adaptação das estratégias de ensino para otimizar a absorção e retenção de informações pelos alunos. Ao entender os limites da capacidade cognitiva dos alunos, os educadores podem desenvolver abordagens de ensino que minimizam a sobrecarga cognitiva e maximizam a aprendizagem eficaz. Isso é especialmente importante no contexto do ensino de algoritmos, que muitas vezes envolve conceitos complexos e sequenciais.

A IHC desempenha um papel fundamental na concepção de interfaces de programação fáceis de usar, tornando a programação mais acessível e satisfatória para os alunos. Além disso, a IHC facilita a interação entre os alunos e as tecnologias, promovendo uma aprendizagem mais dinâmica e prática.

Ao combinar a robótica com TCCO e a IHC, os educadores podem proporcionar aos alunos uma experiência de aprendizado holística. Isso não apenas melhora a compreensão de algoritmos, mas também estimula o pensamento crítico, a resolução de problemas e a criatividade. Além disso, os alunos ganham habilidades práticas que têm aplicação direta em nossa sociedade cada vez mais orientada para a tecnologia. No entanto, é essencial reconhecer que a eficácia da utilização da robótica, da TCCO e da IHC no ensino de algoritmos depende da abordagem pedagógica, dos recursos disponíveis e do apoio dos educadores. Portanto, a integração bem-sucedida desses componentes requer um compromisso contínuo com o desenvolvimento de currículos, a formação de professores e a adaptação às necessidades em constante evolução dos alunos.

Em resumo, esta combinação no ensino de algoritmos proporciona uma maneira envolvente e eficaz de preparar os alunos para enfrentar os desafios na ciência da computação e do pensamento algorítmico. Ao proporcionar experiências práticas e estratégias de ensino adaptadas à capacidade cognitiva dos alunos, essa abordagem estimula uma aprendizagem eficaz e duradoura. Os conceitos de IHC oferecem uma possibilidade promissora para melhorar a compreensão e a aplicação dos princípios da lógica computacional. Ao proporcionar experiências práticas e interativas, essa abordagem prepara os alunos para os desafios tecnológicos do mundo moderno, capacitando-os a se tornarem solucionadores de problemas competentes e inovadores. Portanto, o investimento no desenvolvimento de programas educacionais que incorporem esses elementos é crucial para o avanço da educação e para a formação de indivíduos preparados para um futuro cada vez mais digital.

O futuro da aprendizagem de algoritmos com a integração da Teoria da Carga Cognitiva e da Interação Humano-Computador por meio da robótica é promissor. As pesquisas nessa direção tem o potencial de melhorar significativamente a forma como os alunos aprendem algoritmos e adquirem habilidades valiosas para a era digital. Para trabalhos futuros é importante considerar diversas opções possíveis para pesquisa e desenvolvimento na área de aprendizagem de algoritmos, para isso pretende-se: investigar a criação de ambientes de aprendizado que utilizem robôs como ferramentas interativas; realizar estudos para avaliar a carga cognitiva dos alunos envolvidos em atividades de programação de robôs; adaptar conteúdo com base na carga cognitiva, com possibilidade de desenvolver materiais de aprendizado adaptativos que possam ajustar o conteúdo e a complexidade das tarefas com base na carga cognitiva dos alunos, garantindo que o aprendizado seja eficaz e personalizado, assim como; desenvolver ferramentas de ensino para facilitar a aplicação desses conceitos em sala de aula, garantindo que as abordagens de ensino sejam inclusivas, levando em consideração as necessidades de alunos com diferentes habilidades e tornando o aprendizado acessível a todos.

Referências

- Arimoto, M.; Oliveira, W. Dificuldades no processo de aprendizagem de programação de computadores: um survey com estudantes de cursos da área de computação. In: SBC. **Anais do XXVII Workshop sobre Educação em Computação**. [S.l.], 2019. p. 244–254.
- Benitti, F. B. V. Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review. **Computers & Education**, Elsevier, v. 58, n. 3, p. 978–988, 2012.

- Berssanette, J. H.; Francisco, A. C. de. Cognitive load theory in the context of teaching and learning computer programming: A systematic literature review. **IEEE Transactions on Education**, IEEE, v. 65, n. 3, p. 440–449, 2021.
- Bosse, Y.; Gerosa, M. A. Reprovações e trancamentos nas disciplinas de introdução à programação da universidade de são paulo: um estudo preliminar. In: SBC. **Anais do XXIII Workshop sobre Educação em Computação**. [S.l.], 2015. p. 426–435.
- Chandler, P.; Sweller, J. Cognitive load theory and the format of instruction. **Cognition and instruction**, Taylor & Francis, v. 8, n. 4, p. 293–332, 1991.
- COMPUTACIONAL. **Atividades**. 2023. Disponível em: <https://www.computacional.com.br>. Acesso em: 01 de agosto 2023.
- Dijkstra, E. W. *et al.* On the cruelty of really teaching computing science. **Communications of the ACM**, v. 32, n. 12, p. 1398–1404, 1989.
- Eguchi, A. What is educational robotics? theories behind it and practical implementation. In: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). **Society for information technology & teacher education international conference**. [S.l.], 2010. p. 4006–4014.
- Filho, R. L. L. S.; Motejunas, P. R.; Hipólito, O.; Lobo, M. B. d. C. M. A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de pesquisa**, SciELO Brasil, v. 37, p. 641–659, 2007.
- Fukao, A. T.; Colanzi, T. E.; Martimiano, L. A.; Feltrim, V. D. Estudo sobre evasão nos cursos de computação da universidade estadual de maringá. In: SBC. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Educação em Computação**. [S.l.], 2023. p. 86–96.
- Giraffa, M. M.; Mora, M. da C. Evasão na disciplina de algoritmo e programação: um estudo a partir dos fatores intervenientes na perspectiva do aluno. In: **Congressos CLABES**. [S.l.: s.n.], 2013.
- LEGO. **Planos de aula por unidade: Treinador de robô**. 2023. Disponível em: <https://education.lego.com/pt-br/lessons/ev3-robot-trainer/4-colors-and-lines/>. Acesso em: 01 de agosto 2023.
- Masters, J. The history of action research. **first published**, 1995.
- Miller, G. A. The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological review**, American Psychological Association, v. 63, n. 2, p. 81, 1956.
- Najle, C. P. M. *et al.* Relação entre professores e alunos com dificuldades de aprendizagem e comportamento: uma história de mudanças. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2008.
- Papert, S. **A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática**. [S.l.: s.n.], 1994.
- ROBOT. **Manuais - Robot Education**. 2023. Disponível em: https://roboteducation.com.br/manuais/?vp_page=7. Acesso em: 01 de agosto 2023.
- Sleeman, D. The challenges of teaching computer programming. **Communications of the ACM**, ACM New York, NY, USA, v. 29, n. 9, p. 840–841, 1986.
- Shessarenko, M.; Gonçalo, C. R.; Beira, J. C.; Cembranel, P. A evasão na educação superior para o curso de bacharelado em sistema de informação. **Revista Gestão Universitária na América Latina-GUAL**, Universidade Federal de Santa Catarina, v. 7, n. 1, p. 128–147, 2014.
- Sweller, J. Cognitive load theory: Recent theoretical advances. Cambridge University Press, 2010.
- Valente, J. A. Por que o computador na educação. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**. Campinas: Gráfica da UNICAMP, p. 24–44, 1993.
- Zilli, S. d. R. *et al.* A robótica educacional no ensino fundamental: perspectivas e prática. Florianópolis, SC, 2004.