
APOIO AO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DE PROGRAMAÇÃO DE COMPUTADORES: RELATO DE EXPERIÊNCIA UTILIZANDO A PROGRAMAÇÃO DE ROBÔS AUTÔNOMOS SEGUIDORES DE LINHA

Marcus Vinícius Lobo Costa¹
Liliane da Silva Coelho Jacon²

Resumo: Aprender a programar é uma tarefa complexa e os cursos de programação amargam altas taxas de reprovação e desistência de alunos. Este trabalho utilizou a programação de robôs seguidores de linha como apoio ao processo de ensino-aprendizagem na disciplina introdutória de programação, como estratégia de ensino para incentivá-los a programar. A aplicação contou com o apoio do Grupo de Robótica do DACC/UNIR. A opção metodológica fundamenta-se na abordagem quanti-qualitativa com elementos de pesquisa-ação. Na análise dos resultados foi possível observar que o uso de robôs é uma estratégia que auxilia favoravelmente o desempenho dos acadêmicos na resolução dos problemas de programação. Os resultados evidenciam que a robótica educacional é uma estratégia que desperta a curiosidade além de motivar os acadêmicos na resolução dos problemas propostos.

Palavras-chave: Ensino de Programação; Robótica; Estratégia de Ensino; Plataforma Arduíno.

SUPPORT FOR COMPUTER PROGRAMMING TEACHING AND LEARNING PROCESS: AN EXPERIENCE REPORT USING A LINE FOLLOWING AUTONOMOUS ROBOT PROGRAMMING

Abstract: Learning to program is a complex task and programming courses embark on high student failure and dropout rates. This work used the programming of line following robots to support the teaching-learning process in the introductory programming discipline as a teaching strategy to encourage them to program. The application was supported by the DACC / UNIR Robotics Group. In the analysis of the results it was observed that the use of robots is a strategy that favorably assists the performance of academics in solving programming problems. The results show that educational robotics is a strategy that arouses curiosity and motivates academics to solve the proposed problems.

Keywords: Programming Teaching; Robotics; Teaching Strategy; Arduino Platform.

1 INTRODUÇÃO

A programação de computadores é uma tarefa complexa para a maioria dos estudantes, principalmente os iniciantes que enfrentam dificuldades. Os cursos de programação geralmente são

¹ Discente do Bacharelado em Computação da Universidade Federal de Rondônia e membro do Grupo de Pesquisa em Robótica Educacional do Departamento Acadêmico em Ciência da Computação da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). E-mail: marcusvinicius@unir.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6727-1807>

² Doutora em Educação em Ciências e Matemática pela Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT). Docente do Departamento Acadêmico de Ciência da Computação da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Coordenadora do Grupo de Pesquisa em Robótica Educacional. E-mail: liliane@unir.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7694-3625>

considerados difíceis e possuem elevadas taxas de reprovação e desistência. Isto acontece porque aprender a programar requer o desenvolvimento de conceitos abstratos, e os grupos de estudantes costumam ser grandes e heterogêneos e também porque é difícil desenvolver estratégias gerais que capturem as necessidades de diversos perfis de alunos (LAHTINEN; ALA-MUTKA; JARVINEN, 2005).

Para Franz e Papert (1988), em virtude do empoderamento e perfeccionismo tecnológico, os computadores cativam professores, pais e estudantes que concordam que a tecnologia tem acrescentado um importante papel, imersão e dimensão para os ambientes educacionais. Um destes empoderamentos tecnológicos contemporâneo, de acordo com Moreira et al. (2015), demonstra-se evidente o potencial da robótica como ferramenta interdisciplinar, visto que a construção de um novo artifício, ou a solução de um novo problema, frequentemente, excede a sala de aula.

A robótica educacional possibilita que o aluno interaja com o *hardware* (parte concreta) e com o *software* (parte abstrata), para o desenvolvimento do conhecimento e solução de problemas. Criam-se vários cenários, no qual possuam diversos componentes para montagem (sensores, motores, rodas, engrenagens), possibilitando o controle via *software*. No entanto a robótica é a ciência que estuda a montagem e a programação de robôs para execução de sequências lógicas por meio de um computador ou de forma autônoma. Em termos de *hardware*, os computadores e dispositivos embarcados vêm sendo contemporaneamente miniaturizados, tendo seus custos reduzidos e sua capacidade de processamento aumentada. Estes dispositivos tornaram-se mais robustos e poderosos e, isto também reflete no *software*, através do desenvolvimento de novos algoritmos nas áreas de controle e automação, tomada de decisão, reconhecimento de voz, processamento de imagens, entre outros.

Em trabalhos científicos há o relato de estratégias e práticas que favorecem o aprendizado da programação de computadores, assim como o estudo das vantagens e limitações destas determinadas práticas (ROBINS; J. ROUNTREE; N. ROUNTREE, 2003). Embora estudos sobre estas práticas mostrem sua eficiência, nem todos os aspectos, dificuldades e particularidades de cada realidade são previamente conhecidos, permitindo a escolha de uma determinada prática em favor de outra, como citado no trabalho de (GUEDES, 2014).

Considerando esta reconhecida dificuldade dos alunos ingressantes em desenvolver o pensamento abstrato na lógica de programação, este trabalho utilizou a programação de robôs seguidores de linha como apoio ao processo de ensino-aprendizagem na disciplina introdutória de programação dos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Ciência da Computação, conduzido na Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR). Robôs seguidores de linha basicamente são robôs pré-programados cuja função é, através da leitura de sensores, detectar onde existe um caminho em uma superfície (uma linha, muitas vezes feita com fita isolante) e seguir este caminho

com as direções de seus motores. Esse tipo de robô ainda é utilizado em fábricas, para garantir que o robô se movimente apenas em um caminho específico, determinado no piso da fábrica. Eles são conhecidos como veículos guiados automaticamente (Automated Guided Vehicles, ou AGVs) (McROBERTS, 2015).

O objetivo foi desenvolver uma estratégia para resoluções de problemas (lógica de programação) utilizando robôs autônomos e também estimular o pensamento crítico e a habilidade de resolver problemas dos alunos de programação. Para atingir este propósito, tem-se os seguintes objetivos específicos: a) Despertar a curiosidade e os questionamentos ao propor a programação dos robôs autônomos utilizando a linguagem de programação Arduino e, b) Motivar e incentivar os alunos na resolução dos problemas propostos a fim de movimentar os robôs seguidores de linha.

Justifica-se a realização deste trabalho pela busca do ensino-aprendizagem com apoio da robótica educacional para minimizar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes em disciplinas introdutórias de programação. A utilização da robótica educacional fundamenta-se em proporcionar aos alunos graduandos ambientes de aprendizagem baseados em dispositivos robóticos, buscando, desta forma, utilizar outras práticas de ensino com os estudantes a fim de resgatar, principalmente, a motivação.

A seção 2 apresenta a fundamentação teórica sobre o emprego da robótica educacional. A aplicação da estratégia de apoio utilizando programação de robôs autônomos seguidores de linha é descrita na seção 3. A análise estatística e a discussão são mencionadas na seção 4 e encerra-se com as considerações finais na seção 5.

2 ROBÓTICA EDUCACIONAL

No âmbito dos auxílios tecnológicos do século XXI, pode-se afirmar que a robótica educacional contribui para a formação de novas competências por promover o contato direto com as tecnologias, permitindo abranger novos conhecimentos, tais como: mecânica, eletrônica e computação. A robótica apresenta outros meios no qual a possibilidade de ensino-aprendizagem torna-se essencial para as demais áreas além da educação, ou seja, observa-se a presença das tecnologias transformando a educação, no qual a aprendizagem torna-se de grande imersão, trabalho em equipe, senso crítico, criatividade, exposição de pensamentos, entre outros. Nesse sentido, pode-se dizer que, no processo do trabalho em equipe com a robótica, aprende-se a discutir e a trabalhar em grupo, organizar-se, criar e comunicar, além de fortalecer outras características que nos tornam aptos a conviver e trabalhar em sociedade (MORAES, 2010; STEFFEN, 2002).

A robótica possibilita a descoberta de novas fronteiras do conhecimento através da integração de competências e habilidades requeridas por uma organização da produção cuja criatividade, autonomia e capacidade de solucionar problemas serão cada vez mais importantes,

comparadas à repetição de tarefas rotineiras. Segundo Morin (2002) o ensino disciplinar não prepara adequadamente os profissionais para atuarem com os desafios impostos pela complexidade da sociedade contemporânea. Na sociedade do Século 21 observa-se um confronto com os problemas e desafios da complexidade, para o qual a formação escolar e universitária, caracterizada pela separação das disciplinas, muitas vezes pautada por um ensino disciplinar, dificulta a compreensão dos fatos na perspectiva da totalidade derivada pelo conhecimento fragmentado e especializado produzido pela ciência segmentada.

No ambiente universitário, observa-se a dificuldade que os alunos ingressantes enfrentam, em parte por não terem familiaridade com o “mundo” da computação (principalmente com a programação de computadores) observando a alta taxa de evasão nestes nas disciplinas que exigem raciocínio lógico.

De acordo com Winslow (1996), essas fontes concluem, por exemplo, que os programadores iniciantes são tipicamente limitados ao conhecimento superficial dos programas. Eles geralmente abordam a programação “linha por linha” em vez de usar estruturas de programa significativas. O conhecimento dos novatos tende a ser específico do contexto, e eles também frequentemente não aplicam o conhecimento que obtiveram adequadamente. Eles podem conhecer a sintaxe e a semântica de declarações individuais, mas não sabem como combiná-las em programas válidos demandando muito tempo de pensamento do aluno, e o esgotando-o.

Em contrapartida, um dos segmentos tecnológicos que mais crescem em nossa sociedade contemporaneamente é a robótica. Ela representa a integração de diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, a eletrônica, a mecânica, os sistemas de controle e a computação. Sendo assim, a robótica educacional surge como uma proposta motivadora para ser utilizada em sala de aula, podendo até mesmo servir como integradora de disciplinas tornando-se uma poderosa ferramenta de ensino-aprendizagem.

Okanda e Santos (2014) afirmam que robótica educacional (ou pedagógica) é um termo designado para caracterizar ambientes de aprendizagem, que reúnem materiais mecânicos e eletrônicos compostos por diversas peças, como motores e sensores controláveis por computador e *softwares* que permitam programar o funcionamento destes dispositivos, despertando o interesse e a criatividade dos alunos. Os benefícios da robótica educacional são evidentes quando se objetiva incentivar novas gerações para o estudo das ciências exatas e de engenharia, proporcionando afinidade de alunos com o desenvolvimento tecnológico (MORAIS et al., 2014).

Existem estudos e pesquisas dos efeitos positivos da robótica no processo de ensino-aprendizagem. Segundo Chella (2002) afirma:

[..] o desenvolvimento do ambiente de robótica educacional foi fundamentado em

princípios derivados da teoria de Piaget (1966) sobre o desenvolvimento cognitivo e revisados por Seymour Papert (1985). Estas teorias sugerem que o centro do processo relacionado ao aprendizado é a participação ativa do aprendiz que amplia seus conhecimentos por meio da construção e manipulação de objetos significativos para o próprio aprendiz e a comunidade que o cerca.”

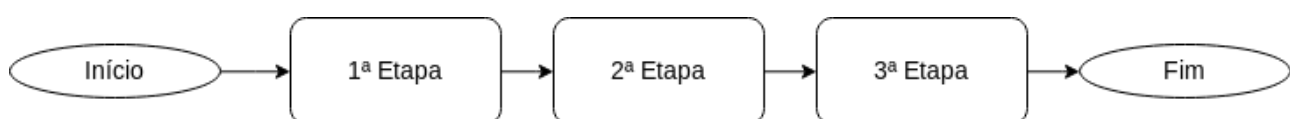
Considerando os trabalhos acadêmicos pesquisados para a construção do mesmo, percebe-se que a robótica educacional vem se mostrando eficiente e viável em diferentes níveis educacionais. A utilização de diferentes materiais, kits e ferramentas amplia as possibilidades de uso e torna mais acessível a robótica, inclusive como apoio e auxílio no ensino de programação de computadores.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), e contou com a participação de 49 (quarenta e nove) alunos, além da professora responsável pela disciplina introdutória de Programação I e 4 (quatro) acadêmicos de Iniciação Científica e de Extensão que compõem o Grupo de Robótica Educacional do Departamento Acadêmico de Ciência da Computação (DACC) da UNIR. Para o desenvolvimento desta pesquisa a abordagem foi quantitativa, de natureza aplicada, com objetivo exploratório e foi utilizado o método pesquisa ação (figura 1). A pesquisa-ação permite que os acadêmicos identifiquem os problemas, discutam a teoria e encontrem as soluções possíveis para mudança de atitude, resultando também na produção de novos conhecimentos (GIL, 2008; LAKATOS; MARCONI, 2003; TRIPP, 2005; DAVISON, 2004).

Para realizar este estudo, os acadêmicos do Grupo de Robótica Educacional construíram dois robôs seguidores de linha em meses anteriores (fevereiro e março de 2019). Estes robôs já construídos foram devidamente demonstrados para os alunos participantes do estudo de lógica de programação, em sala de aula (sala do 1º período do curso de computação na UNIR). Ressalta-se que os robôs mencionados foram construídos com o Arduino, uma placa eletrônica de código-fonte livre, no qual pode ser visto como um pequeno computador, que pode ser programado para utilizar entradas e saídas entre seu dispositivo e infinitos componentes do meio externo utilizado em conjunto. Além do Arduino, outros componentes foram utilizados para a estruturação dos robôs. Estes componentes foram os seguintes: Kit Chassi 2WD; Módulo Sensor TCRT500; Módulo Mosfet IRF520N; Protoboard; Baterias 9v (volts); Jumpers e Interruptor.

Figura 1: Método da pesquisa-ação.



Fonte: Autoria Própria.

A aplicação foi dividida em 3 (três) etapas de acordo com a Figura 1. Estas etapas são: introdução, aplicação e avaliação, respectivamente. A etapa de introdução envolvia atividades de apresentação do robô, bem como explicação da codificação necessária para realizar os movimentos dos robôs, além dos comentários adicionais. Na etapa de aplicação, foram lançados pequenos desafios e as soluções discutidas em sala eram resolvidas na lousa. Nas duas primeiras etapas foi enfatizada a visualização dos comandos de seleção (IF) e de repetição (FOR e WHILE) através da execução dos movimentos realizados pelo robô. A última etapa foi a da avaliação, na qual um problema foi proposto como desafio para que os alunos buscassem uma solução. Logo após a aplicação em sala de aula, os alunos participantes tiveram uma semana (ou seja, até o dia 24 de abril) para entregar um exercício resolvido. Esta solução foi entregue aos acadêmicos do Grupo de Robótica. A seguir são descritos detalhadamente as ações realizadas do dia 17 de abril. Primeiramente, foram exibidos os robôs.

1ª Etapa (Introdução): Foi realizada uma apresentação dos dois robôs seguidores de linha num painel branco devidamente posicionado no centro da sala. Foi explicada a composição entre o *hardware* (componentes eletrônicos) e o *software* (programação). Uma atenção especial foi dedicada aos motores (movimentos de direção do robô) e a entrada e saída dos sensores. Também foi explicado o Ambiente de Desenvolvimento Integrado (acrônimo em inglês - IDE) de programação para codificar algoritmos na Linguagem de Programação Arduino. Nele, foram comentados e discutidos o seu menu e de que forma o programa era carregado na placa Arduino possibilitando assim que o robô executasse os comandos previamente codificados e salvos. Foi realizada uma exposição detalhada do programa que o robô executa para se movimentar, para girar e para detectar a linha (caminho) a ser seguido. Discutiu-se a semelhança entre as Linguagem C e a Linguagem de Programação do Arduino, como por exemplo: a chamada de funções, os comandos *if* (seleção) e *while* (repetição). Explicações foram realizadas para:

- i. Funções: *GirarHorario()* e *GirarAntihorario()*. Explicações adicionais sobre os movimentos dos dois motores (com baterias de 9 volts cada uma).
- ii. Função *Andando()*: explicou-se como faz para andar para frente. Neste caso foi importante destacar a velocidade, pois caso contrário o sensor não tem tempo hábil para executar (descontrole do motor). Foi demonstrado o movimento descontrolado do robô caso a velocidade não fosse devidamente controlada.
- iii. Função de entrada utilizando o Sensor de Refletância (cor) que possibilita que o robô siga o caminho determinado pela faixa preta.

Após a introdução ao tema e familiarização com o ambiente de programação Arduino, foi dada início da etapa de aplicação.

2ª Etapa (Aplicação): Detalhamento sobre a entrada e saída dos sensores: O sensor de cor é o que

proporciona visão ao robô, ele permite que o robô distinga cores e intensidade da luz, como a detecção de cores na superfície do painel no chão da sala (cor da fita preta ou a cor branca do painel). Foram explicados os comandos que fazem a leitura dos sensores *direito* e *esquerdo*. Foram definidos os sensores nas portas analógicas A0 e A1, do Arduino. Foram mencionadas as seções essenciais do Arduino (*setup* e *loop*) e também foi explicado todo o código do robô. Nesta etapa, os alunos foram desafiados a solucionarem pequenos problemas tais como: aguardar 5 segundos e realizar um giro no sentido horário ou anti-horário; detectar as intensidades de cores da faixa como o sensor; entre outros. Estes pequenos desafios, após alguns minutos de questionamentos e espera, eram resolvidos na lousa pelos acadêmicos do Grupo de Robótica.

3ª Etapa (Avaliação): Na última etapa, foi proposto um exercício de programação com os Robôs Seguidores de Linha. Foi solicitado um exercício (um algoritmo utilizando a IDE do Arduino) para, ao encontrar uma encruzilhada (SensorDir e SensorEsq for maior que o IntervaloFaixaPreta) o robô deveria fazer o movimento de giro de 180° graus e, em seguida, o programa precisa deixá-lo andando na linha no sentido contrário ao seu movimento inicial. A resolução deste desafio envolve o uso dos comandos *if* (seleção) e *while* (repetição). Estes comandos que já foram devidamente explicados no decorrer da disciplina introdutória de programação da grande curricular do curso de Computação e inclusive, os alunos participantes já realizaram uma avaliação que envolvia a resolução de problemas com tais comandos (primeira avaliação da disciplina realizada no dia 5 de abril de 2019). As resoluções ao desafio proposto realizadas pelos alunos participantes foram recolhidas pelos acadêmicos do Grupo de Robótica e devidamente tabulados para análise dos resultados obtidos nesta atividade realizada.

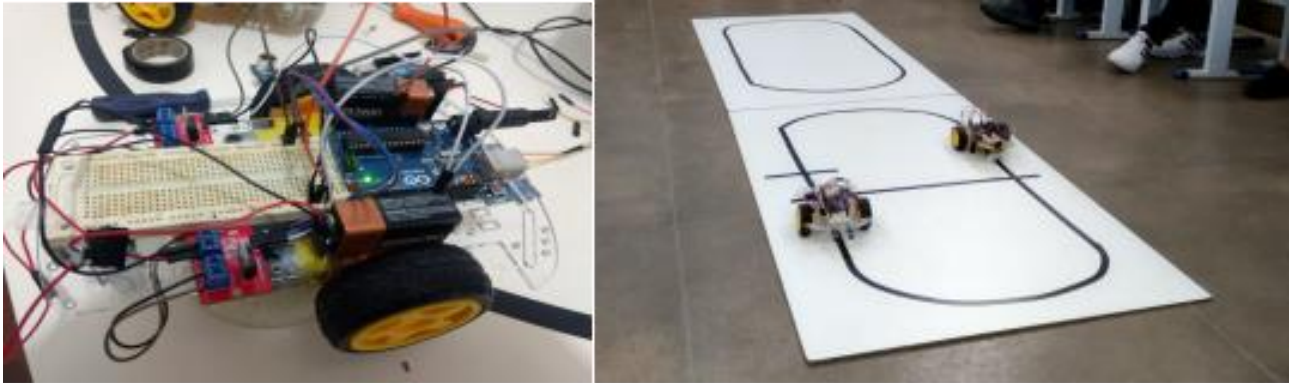
4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise dos resultados envolve a comparação entre as notas obtidas pelos alunos, na primeira Avaliação da disciplina introdutória de programação e a nota obtida no desafio proposto na Atividade com o robô móvel, realizada no dia 17 de abril de 2019. Ressalta-se que a primeira avaliação na disciplina exigiu justamente a resolução de problemas que demandavam o uso dos comandos *if* (seleção) e *while* (repetição) na linguagem de programação C. O exercício proposto aos discentes envolve justamente a utilização de tais comandos para solucionar o desafio proposto, na IDE Arduino.

Para realizar a análise dos dados obtidos, foram desconsiderados todos os alunos que não realizaram a primeira avaliação bimestral da disciplina de Programação I (disciplina introdutória de programação dos cursos de Bacharelado e Licenciatura em Computação). Dos 49 (quarenta e nove) alunos participantes, apenas 47 (quarenta e sete) fizeram o exercício proposto. Ou seja, a análise dos resultados compreende o comparativo apenas entre os alunos que participaram tanto da 1ª

Avaliação da disciplina, bem como a Atividade de movimentar o robô através da Linguagem de Programação C e a Linguagem de Programação Arduino, estes resultados foram alcançados de acordo com o objeto de estudo (os robôs seguidores de linha) utilizado na aula, conforme a Figura 2.

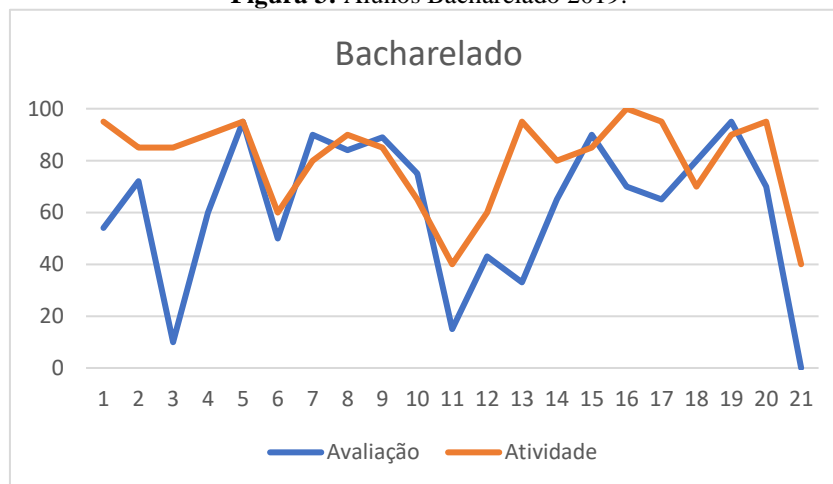
Figura 2: Robô seguidor de linha.



Fonte: Autoria Própria.

- a) **Desempenho da turma de alunos ingressantes no curso de bacharelado (2019):** A Figura 3 o desempenho obtido pelos 21 (vinte e um) alunos. Observa-se que as notas vão de 0 (zero) a 100 (cem) e que existe melhora no desempenho destes na resolução do desafio de programação do robô móvel (15 alunos tiveram desempenho superior). Observa-se ainda que apenas 6 (seis) alunos obtiveram desempenho inferior no desafio do robô móvel se comparado ao desempenho obtido na primeira avaliação da disciplina.

Figura 3: Alunos Bacharelado 2019.

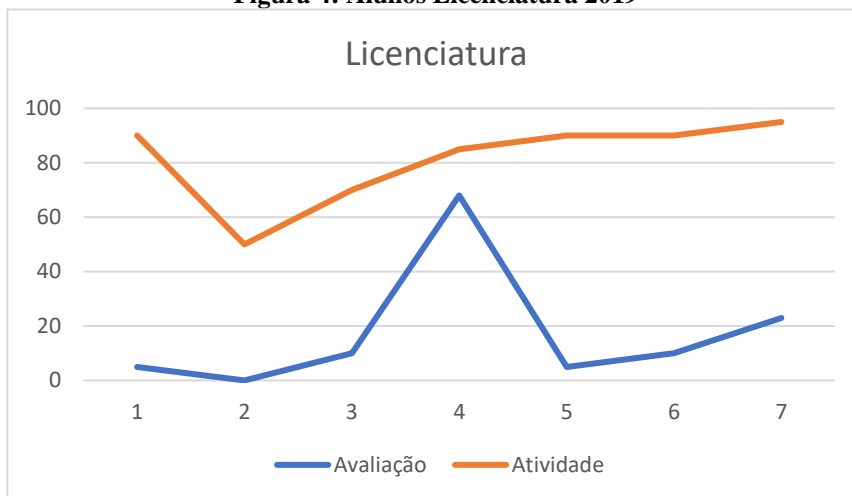


Fonte: Autoria Própria.

- b) **Desempenho da turma de alunos ingressantes no curso de Licenciatura (2019):** A Figura 4 ilustra o desempenho obtido pelos 7 (sete) alunos. Observa-se que as notas variam de 0 (zero) a 100 (cem) e que existe uma grande melhora no desempenho destes na

resolução do desafio de programação do robô móvel (desempenho que por sinal é nitidamente superior).

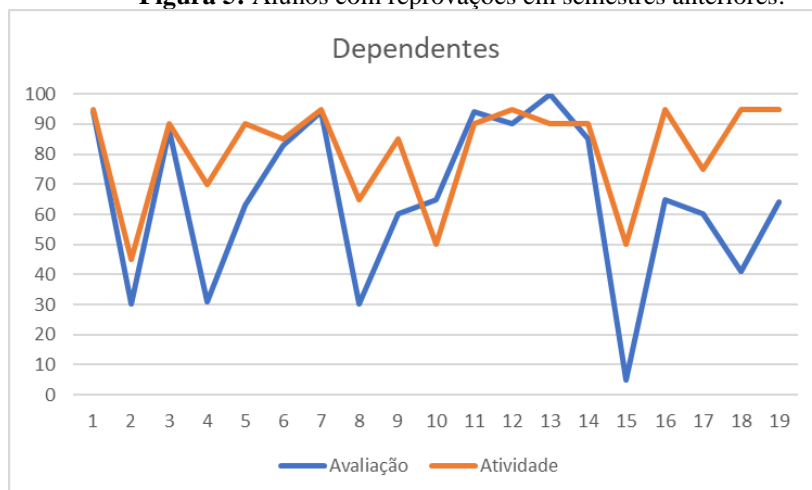
Figura 4: Alunos Licenciatura 2019



Fonte: Autoria Própria.

- c) **Desempenho da turma de alunos dependentes (reprovados em períodos anteriores):** A Figura 5 ilustra o desempenho obtido pelos 19 (dezenove) alunos que têm reprovações anteriores na disciplina de Programação I. Observa-se que a maioria dos alunos dependentes obtiveram desempenho superior na resolução do desafio de programação do robô móvel e que, em alguns casos (11 alunos), o desempenho na resolução do desafio com robô foi bem superior ao desempenho obtido na primeira avaliação da disciplina de programação.

Figura 5: Alunos com reprovações em semestres anteriores.

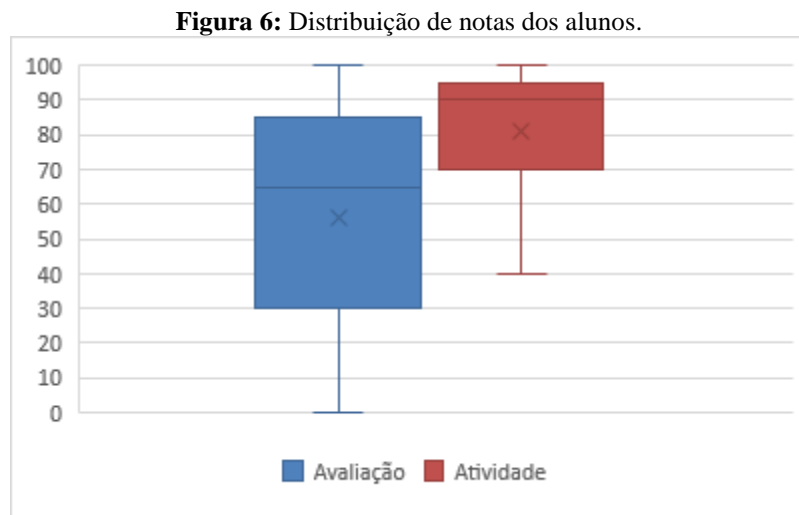


Fonte: Autoria Própria.

Em relação ao desempenho dos alunos, os resultados obtidos mostram que é possível utilizar outras estratégias de ensino com os estudantes que apresentam dificuldades em disciplinas de programação e que, estas estratégias possibilitam o resgate da motivação dos mesmos.

4.1 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS COM PERSPECTIVAS ESTATÍSTICAS

Buscou-se analisar os resultados objetivando buscar indícios de que a variedade da atividade proposta possui significância no ensino-aprendizagem. Na Figura 6 o Diagrama de Caixa (*boxplot*) apresenta o gráfico no qual é disperso as notas de todos 47 (quarenta e sete) alunos envolvidos nesta pesquisa.



Fonte: Autoria Própria.

Pode-se observar alguns pontos de interesse, tais como: o limite inferior da Avaliação é 0, por sua vez, o limite inferior da Atividade corresponde a 40 pontos. Outro ponto que merece destaque está relacionado ao limite inferior da Atividade ser superior ao primeiro Quartil da Atividade. Desta forma, o pior desempenho na Atividade é superior a 25% dos desempenhos na Avaliação.

De forma análoga; o primeiro Quartil da Atividade é superior a Mediana (Q2) do Avaliação, 25% dos desempenhos na Atividade é superior ao desempenho de 50% dos alunos na Avaliação. Tal comportamento pode ser também encontrado quando se considera a Mediana (Q2) da Atividade e o terceiro Quartil da Avaliação. Tais comportamentos destacados indicam que o uso de Robôs pode melhorar o processo de ensino-aprendizado quando comparado por avaliação escritas e considerando a nota como métrica de análise.

Em seguida, buscou-se verificar se os resultados apresentavam significância estatística, para isto, Teste de Hipótese foi realizado. Inicialmente se verificou as duas séries de notas dos alunos obedeciam a uma distribuição normal, os testes de normalidades. *Shapiro-Wilk* e *Kolmogorov-Smirnov* foram utilizados. Os resultados dos testes de normalidade estão expressos na Tabela 1. Observa-se que os resultados indicam que as notas não seguem uma distribuição normal. Diante disto, não é possível utilizar o Teste T para verificar a significância estatística dos resultados, como planejado previamente.

Tabela 1: Resultados das normalidades de *Shapiro-Wilk* e *Kolmogorov-Smirnov*.

SHAPIRO-WILK	AVALIAÇÃO			ATIVIDADE		
	MÉDIA	W	DESVIO-PADRÃO	MÉDIA	W	DESVIO-PADRÃO
	55.80	0.88	32.35	80.74	0.81	16.84
KOLMOGOROV-SMIRNOV	AVALIAÇÃO			ATIVIDADE		
	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO-PADRÃO	MÉDIA	MEDIANA	DESVIO-PADRÃO
	55.80	65	32.35	80.74	90	16.84

Fonte: Autoria Própria.

Diante da não normalidade da distribuição dos dados, optou-se pela utilização do Teste Estatístico Não-Paramétrico de *Wilcoxon* para a análise da significância estatística dos resultados. A escolha do Teste de *Wilcoxon* está baseada nos seguintes motivos: 1) Os dados não obedecem a uma distribuição normal, como evidenciado pelos testes de normalidades expressos na Tabela 1; 2) O Teste de *Wilcoxon* é indicado quando o tamanho das distribuições é pequeno.

Considerou-se como variável de interesse na análise a nota atribuída ao desempenho dos alunos na Avaliação e na Atividade. O Teste de *Wilcoxon* analisa como Hipótese Nula (H_0) se as medianas das duas amostras são oriundas da mesma distribuição, contra a Hipótese Alternativa (H_1) que as medianas das amostras são oriundas de distribuição distintas. As hipóteses estão descritas com nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), conforme exposto na Equação 1.

$$H_0: \text{Mediana}_1 = \text{Mediana}_2$$

$$H_1: \text{Mediana}_1 \neq \text{Mediana}_2 \quad (1)$$

$$\alpha = 0,05$$

Tabela 2: Resultados Wilcoxon.

P	AVALIAÇÃO		ATIVIDADE	
	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO	MÉDIA	DESVIO-PADRÃO
0,00001	65,0	32,35	90,0	16,84

Fonte: Autoria Própria.

Os resultados do Teste de Hipótese estão expressos na Tabela 2, conforme pode-se observar a média da Avaliação foi de 65,00, com desvio-padrão de 32,35. Por sua vez, a Atividade obteve média 90,00 e desvio-padrão de 16,84. Ainda na Tabela 2, o valor destacado em negrito representa onde a média foi maior e o valor sublinhado indica que os resultados apresentam significância estatística quando $\alpha = 0,05$.

Em síntese, os resultados encontrados sugerem que a utilização de robótica no processo de ensino-aprendizagem de tópicos em programação melhora em média 25% o desempenho dos alunos

quando comparado com o desempenho em avaliações tradicionais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A robótica permite aos alunos o pensar sobre problemas sistêmicos, nos quais várias partes interagem e diversas soluções são possíveis. Explora-se robótica não somente pela parte estética do material, mas pelas atividades que dela se originam, fazendo com que o aluno pense, desafie e aja, construindo conceitos e conhecimento, como foi o caso desta atividade realizada com os acadêmicos dos cursos de computação da UNIR.

Os alunos participantes da atividade desenvolvida demonstraram muita curiosidade e entusiasmo com a programação dos dispositivos robóticos. Eles puderam observar a equiparidade dos comandos aprendidos na disciplina de Programação I (Linguagem de Programação C) com a aplicação dos mesmos comandos e princípios para realizar a movimentação dos robôs (Linguagem de Programação Arduino).

A introdução da robótica educacional nas aulas de programação teve o objetivo alcançado, que foi o de estimular e despertar a motivação principalmente entre aqueles que já apresentavam um fraco desempenho em programação. Este estudo constatou um grande interesse por parte dos alunos, mostrando que a robótica educacional pode ser uma estratégia interessante para minimizar a problemática de evasão e abandono de disciplinas introdutórias de programação.

Pode se concluir que a inserção da robótica educacional no processo/decorrer das aulas de introdução à programação é vantajosa e engrandecedora. Foi muito favorável e incentivador a inserção deste módulo de aprendizagem de programação Arduino no decorrer da disciplina de Programação I, no intuito de aumentar a proficiência de alunos de computação conforme demonstrou a análise estatística com resultados significativos. O desejo dos executores é que este não seja apenas mais um projeto, mas que se torne gradativamente item obrigatório na disciplina introdutória de programação nos cursos de Computação do Departamento Acadêmico de Ciência da Computação (DACC/UNIR).

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem aos integrantes do Grupo de Robótica Educacional do DACC/UNIR por todo apoio prestado, que possibilitou a realização do mesmo.

REFERÊNCIAS

CHELLA, Marco Túlio. Ambiente de robótica educacional com Logo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE COMPUTAÇÃO, 22., 2002. Florianópolis: SBC. **Anais...** Florianópolis: SBC, 2002.

DAVISON, Robert M.; MaARTINSONS, Maris G.; KOCH, Ned. Principles of canonical action research. **Information Systems Journal**, 14:65–86, 2004.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. v. 6. São Paulo: Atlas, 2008.

GUEDES, Elloá B. Um estudo observacional sobre a disciplina introdutória de programação. In: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 2004, Dourados, MS. **Anais...** Dourados, Mato Grosso do Sul, 2014. p. 552.

LAHTINEN, Essi; ALA-MUTKA, Kirsti; JÄRVINEN, Hannu-Matti. A study of the difficulties of novice programmers. **Acm Sigcse Bulletin**, v. 37, n. 3, p. 14-18, 2005.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. v. 5. São Paulo: Atlas, 2003.

McROBERTS, Michael. **Arduíno básico**. 2ª.ed. São Paulo: Ed.Novatec, 2015.

MORAES, Maritza Costa. **Robótica educacional**: socializando e produzindo conhecimentos matemáticos. 2010. 144 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2010.

MOREIRA, Alex F. et al. Construção de um robô móvel teleoperado de baixo custo para aplicação em aulas práticas de robótica. In: WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL, 6., 2015, Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG, 2015. p. 46.

MORIN, Edgar. **Educação e complexidade**: os sete saberes e outros ensaios. São Paulo: Cortez, 2002.

OKADA, Hugo Kenji Rodrigues; SANTOS, Clayton André Maia dos. Robótica educativa: um sistema de apoio ao aprendizado através de hardware livre. In: COMPUTER ON THE BEACH, 2014, Itajaí, SC. **Anais ...** Itajaí, SC, 2014. p. 404-406.

PAPERT, Seymour; FRANZ, George. Computer as material: Messing about with time. **Teachers College Record**, v. 89, n. 3, p. 408-417, 1988.

ROBINS, Anthony; ROUNTREE, Janet; ROUNTREE, Nathan. Learning and teaching programming: a review and discussion. **Computer science education**, v. 13, n. 2, p. 137-172, 2003.

STEFFEN, Heloísa Helena. **Robótica pedagógica na educação**: um recurso de comunicação, regulação e cognição. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Comunicação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

WINSLOW, Leon E. Programming pedagogy—a psychological overview. **ACM Sigcse Bulletin**, v. 28, n. 3, p. 17-22, 1996.

*Submetido em: 01 de Agosto de 2019.
Aprovado em: 12 de novembro de 2019.*