

Teaching Programming Concepts Using Educational Robotics, Supported by the Arduino Platform: An Application in the Industrial Computer Learning Course

Wagner Titon

Centro em Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar
(CTTMar)

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI
Itajaí, Brasil

wagner.titon@hotmail.com

Alejandro Rafael Garcia Ramirez

Centro em Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar
(CTTMar)

Universidade do Vale do Itajaí - UNIVALI
Itajaí, Brasil

ramirez@univali.com

Abstract— It is extremely important to create / use new concepts in the educational field, as facilitators of knowledge. In particular, the application of the concept of educational robotics, for the teaching of the basic knowledge of programming, constitutes an interesting alternative of teaching-learning. Through this proposal, interventions were applied in the teaching methodology currently employed in SENAI-Chapecó. In this way, the student obtained the same knowledge, but in a new way, hoping that he will understand programming concepts more easily. This methodology was applied in the AI course in Computer Science in the Program Concepts discipline, where the analysis of the statistical results obtained through the Mann-Whitney test revealed that the interventions generated a statistically significant difference in the experimental group, with the mean experimental group was 26% higher in relation to the control group.

Keywords— Educative Robotics, Arduino, Programming, Teaching and Learning.

I. INTRODUÇÃO

O emprego de novas metodologias no âmbito educacional permitem proporcionar novos meios de ensino. Esses se traduzem em uma melhor fixação dos conhecimentos dos alunos, assim como a permanência nos cursos. Em particular, a aplicação do conceito de robótica educacional pode ser uma grande aliada nesta transmissão dos conhecimentos.

O uso da robótica educacional faz com que o aluno se esforce na criação de soluções de hardware e software, tendo em vista a solução de um determinado problema a ele proposto, fazendo com que a atividade torne-se desafiadora e lúdica ao mesmo tempo [1]. E, além disto, faz com que o aluno questione, pense e procure as soluções do problema, permitindo sair da teoria e ir para prática, utilizando os ensinamentos obtidos em sala de aula, na rotina cotidiana, nos relacionamentos, nos conceitos e valores [2].

Para aplicação da robótica educacional, existem diversos kits de robótica de diferentes plataformas de hardware e software, tanto livre como proprietário, que podem ser aliados do professor na transmissão dos conhecimentos. Nesse sentido, através da plataforma Arduino, é possível desenvolver projetos interativos, empregando conceitos de hardware e software, facilitando a implementação de comportamentos robóticos, por exemplo. Esse comportamento ocorre a partir da implementação de um código fonte, tal como um software, sendo executado dentro de um microcontrolador [3].

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é utilizar a robótica educacional, apoiada na plataforma Arduino, para o ensino de conceitos de programação no curso de Aprendizagem Industrial em Informática do SENAI/SC Chapecó, a fim de avaliar a melhoria no desempenho acadêmico na disciplina Conceitos de Programação.

II. PROBLEMAS ENSINO DE PROGRAMAÇÃO

As disciplinas de programação são de extrema importância para os alunos dos cursos de computação e afins, pois elas servem como base para os conceitos que constituem a informática. Com essas disciplinas, o aluno desenvolverá o raciocínio lógico, não apenas para ser utilizado na programação, mas sim, em diversas outras atividades, tornando-se de fundamental importância para disciplinas que exigem esse requisito básico [4].

Entretanto, o ensino de programação dirigido aos alunos iniciantes ou a quem nunca teve contato com a programação, apresenta diversos empecilhos. Inúmeros professores dessa área concordam que esta tarefa é muito árdua e continua sendo, pois o aprendizado da programação pode demorar certo tempo até que o aluno comece a assimilar os conhecimentos, e isto pode estar relacionado aos novos paradigmas de programação utilizados para o ensino ou até

mesmo na complexa utilização das ferramentas de desenvolvimento [5].

As linguagens de programação comerciais possuem uma sintaxe complexa, tendo em vista que foram desenvolvidas para o uso profissional, não visam uma facilidade para apoiar seu aprendizado e, na grande maioria, possuem uma gama de detalhes que devem ser memorizados, além de possuírem uma extensa lista de comandos, exigindo do aluno uma maior concentração no desenvolvimento tanto da estrutura lógica do algoritmo quanto na semântica da linguagem que está utilizando [6].

Por mais desafiadora que seja a tarefa de ensino de programação, quando o professor consegue torná-la mais clara para o aluno, estará estimulando-o a desenvolver a capacidade cognitiva, fazendo com que ele possa aplicar as técnicas aprendidas na resolução dos problemas em diversos outros tipos de dificuldades que encontrará em sua vida profissional [7].

III. ROBÓTICA EDUCACIONAL E KITS EDUCACIONAIS

O trabalho da robótica está ligado diretamente na construção de um robô ou outra forma de mecanismo que seja capaz de desempenhar as atividades de forma autônoma, como por exemplo, movimentar-se sozinho ou até mesmo levantar um objeto [8]. A robótica apresenta, já há alguns anos, uma grande capacidade de ser uma ferramenta interdisciplinar. A criação dos robôs leva ao questionamento do aluno, fazendo com que relacione diferentes conhecimentos no desenvolvimento da solução de um problema, além de estimulá-lo e motivá-lo devido à curiosidade e ao espírito investigativo, permitindo que avance ainda mais nos conhecimentos [8].

Por sua vez, a robótica educacional faz com que o aluno se esforce na criação de soluções de hardware e software, tendo em vista a solução de um determinado problema a ele proposto, fazendo com que a atividade torne-se desafiadora e lúdica ao mesmo tempo [1]. E, além disto, faz com que o aluno questione, pense e procure as soluções do problema, permitindo sair da teoria e ir para prática, utilizando os ensinamentos obtidos em sala de aula, na rotina cotidiana, nos relacionamentos, nos conceitos e valores [2].

Isso torna a robótica educacional uma forma efetiva e atraente aos “olhos” dos alunos. Ela permite ampliar a possibilidade de uso dos recursos digitais. Neste processo, o design, a concepção, a construção e o controle através de computador, permitem que os próprios alunos desenvolvam e compartilhem os códigos com seus colegas, aumentando sua autoestima, mostrando sua competência na construção e operação de robôs, deixando de ser um mero usuário de computador e passando a ser, de maneira similar, a um especialista que programa robôs para a execução de tarefas propostas [9].

Por se tratar de uma aplicação pedagógica, a robótica educacional ganha força, permitindo que os alunos desenvolvam soluções voltadas ao mundo real, concedendo o aprendizado de forma dinâmica e estimulante. Permitindo a capacidade de unir atividades mecânicas, como a construção

dos robôs, com atividades lógicas, tais como a realização de cálculos e algoritmos para controlar o robô construído [8].

Pode-se dividir em duas categorias a robótica educacional: a primeira, e a mais tradicional, é a utilizada por escolas de ensino fundamental e médio, tem como objetivo desenvolver um ambiente de ensino-aprendizagem fazendo o uso exclusivamente de kits prontos de um determinado padrão comercial, sendo o LEGO um dos kits mais difundido nesta categoria. Já a segunda, visa desenvolver um ambiente de ensino-aprendizagem utilizando tanto kits comerciais como materiais alternativos de um padrão não comercial do tipo “sucata” [9].

Inúmeros kits de robótica educacional podem ser encontrados no mercado, muitos deles semelhantes ao LEGO, que se baseiam no encaixe de peças, podendo construir diversos mecanismos. Alguns desses kits não possuem um software específico, fazendo com que se procure um método para programá-lo, diferente do caso do LEGO, que vem com um ambiente específico de desenvolvimento, embora também possam ser usados outros ambientes para programá-lo.

IV. ESTADO DA ARTE

Com a finalidade de localizar e identificar os trabalhos relacionados ao tema foi realizado um mapeamento sistemático com base no protocolo de busca, sendo selecionados os trabalhos que tratam o uso da robótica educacional no ensino de programação. Para realização deste mapeamento sistemático elaborou-se um protocolo de busca, com as palavras chaves do tema, sendo a pesquisa realizada em cinco bases de dados online, a IEEE Xplore Digital Library, ACM Digital Library, Springer Science, ScienceDirect e o Portal de Periódicos da CAPES/MEC.

Encontrou-se 1006 trabalhos nas base de dados pesquisada, sendo analisado 33 deles [11]. Utilizou-se como critérios de exclusão trabalhos com resumo em desacordo com o título, publicações que não tinham relação entre robótica e programação e que não apresentavam uma proposta pedagógica utilizando a robótica educacional. Extraiu-se de cada trabalho qual o nível de ensino em que empregou o estudo, os principais objetivos, qual a tecnologia e linguagem de programação utilizada, quais instrumentos de avaliação foram empregados, tamanho da amostra e quais resultados obteve-se. A seguir será apresentado os principais resultados desta pesquisa.

Na análise dos trabalhos pode-se perceber que muitos deles não têm como objetivo direto o ensino de uma determinada linguagem de programação através da robótica e sim, ensinar ou aprimorar, de modo geral, o ensino de programação a alunos de diversos níveis de estudo. De acordo com a análise, apenas quatro trabalhos tinham como intuito o ensino de uma determinada linguagem de programação, sendo dois da linguagem Java, um da linguagem C e um relacionado com a programação no ambiente MATLAB.

A pesquisa revela que em cerca de 33% dos trabalhos analisados, o ensino de programação aliado à robótica é aplicado em nível de graduação, seguido de 24% do ensino médio, onde muitas escolas estão adotando essa estratégia para

melhorar o processo de ensino-aprendizagem e também para incentivar o ingresso de alunos aos cursos de tecnologia e engenharias. O ensino também se estende ao nível mais baixo, como o ensino fundamental, pré-escolar e jardim da infância, que juntos chegam a 38% dos trabalhos analisados. E por fim, 5% se aplicam ao nível de pós-graduação.

Outro ponto que chama atenção é as tecnologias robóticas utilizadas nos trabalhos analisados. Pode-se observar a prevalência do uso de LEGO Mindstorms, sendo utilizado em 16 trabalhos; o simulador virtual vem na sequência, sendo utilizado em três trabalhos. Através da análise pode-se observar o emprego de diversas tecnologias para o ensino de programação, obtendo-se assim, uma grande variedade.

Em relação aos instrumentos de avaliação empregados, o questionário foi o instrumento mais utilizado para coleta de dados dos trabalhos. Em seguida destaca-se o uso de pré-teste e pós-teste e a observação, com valores próximos ao uso do questionário. A análise de conteúdo e a entrevista também foram utilizadas por vários trabalhos, sendo a análise de conteúdo utilizada principalmente para avaliar os algoritmos desenvolvidos pelos participantes.

Na maioria dos trabalhos analisados, os autores fizeram o uso de mais de um instrumento de coleta de dados, sendo que 61% utilizaram mais que dois instrumentos, e 39% utilizaram apenas um.

Com base na análise realizada, pode-se perceber que o ensino de programação com utilização da robótica está sendo empregada em diversos níveis de estudo e, em cada deles, tem-se um objetivo em comum, porém baseados em métodos e ferramentas diferentes, a fim de proporcionar um melhor ambiente de ensino. Este trabalho tem como nível de ensino alunos do Ensino Médio, que representa 24% do público-alvo dos trabalhos pesquisados.

Neste trabalho optou-se por construir um robô móvel, didático, utilizando a plataforma Arduino, o qual corresponde à tecnologia empregada por 6% dos trabalhos pesquisados. Embora o massivo uso de LEGO, o robô construído possui um custo acessível de R\$ 268,59 (duzentos e sessenta e oito reais e cinquenta e nove centavos), sendo flexível tanto em sua estrutura, podendo utilizar materiais alternativos para expansões, quanto em sua programação, devido a se assemelhar à linguagem de programação adotada na disciplina, a linguagem C.

V. PROPOSTA DE ENSINO

Os experimentos do tema de pesquisa deste trabalho foram aplicados a duas turmas do curso de Aprendizagem Industrial em Informática, do SENAI/SC, unidade Chapecó. Ambas as turmas iniciaram em março de 2016, porém, uma ocorreu no turno matutino, outra no vespertino, e sua matriz curricular é dividida em três módulos.

A realização dos experimentos ocorreu na disciplina Conceitos de Programação, sendo escolhida a turma do turno matutino como grupo experimental e a turma vespertina como grupo de controle. Participaram da amostra 31 alunos, tanto do grupo experimental como do grupo de controle. Os grupos de controle e experimental tiveram o mesmo método de

avaliação, sendo que ambas seguiram o mesmo plano de ensino.

Referente as características do grupo de controle e o grupo experimental, ambos possuem alunos entre 14 à 17 anos, sendo eles alunos regulares do ensino fundamental e ensino médio de escolas públicas (municipais e estaduais). Grande parte destes alunos, que frequentam o ensino médio, são menores aprendizes das indústrias da cidade, onde em um turno do dia, matutino ou vespertino, eles trabalham e no contra turno eles realizam o curso de Aprendizagem Industrial no SENAI. Sendo assim, lhe resta apenas o período noturno para frequentar o ensino regular.

Durante as aulas, de Conceitos de Programação, do grupo de controle empregou-se a linguagem de programação C, sendo utilizando a IDE DevC++. Os conhecimentos foram transmitidos utilizando o quadro branco, onde ao final de cada estrutura apresentada era repassado uma lista de exercícios para resolução. Durante as aulas pode-se perceber uma desmotivação dos alunos, sendo que em alguns momentos, gerou-se o questionamento do conteúdo estudado.

Já o grupo experimental contou com um robô móvel, tal qual, utilizado nas explicações dos conceitos de programação durante as intervenções e na realização das etapas do desafio, foi o mesmo. O robô utiliza como controlador o processador ATMEGA 328, da placa Arduino Uno, como se pode observar na Fig. 1. Além disto, sua estrutura é em MDF, de três milímetros e possui duas bases. Sendo que na base superior fica fixada a placa Arduino Uno, com uma *protorboard* com 170 pontos, um LCD 16x2, um buzzer e o sensor ultrassônico em uma base de acrílico. Já na parte inferior, foi situada uma ponte H e os motores DC, sendo que cada um possui uma roda acoplada.

Para interligar os componentes ao controlador foram usados uma *protoboard* e *jumpers*, sendo o mesmo material que os alunos tiveram contato e utilizaram durante as aulas, permitindo, caso houvesse algum problema, uma mudança rápida de uma porta GPIO (General Purpose Input Output), ou de componente. A alimentação do Arduino Uno é realizada através de uma bateria de 9V, sendo que a ponte H está interligada na saída de 5V do Arduino Uno, permitindo assim que ambos se alimentem da mesma fonte.

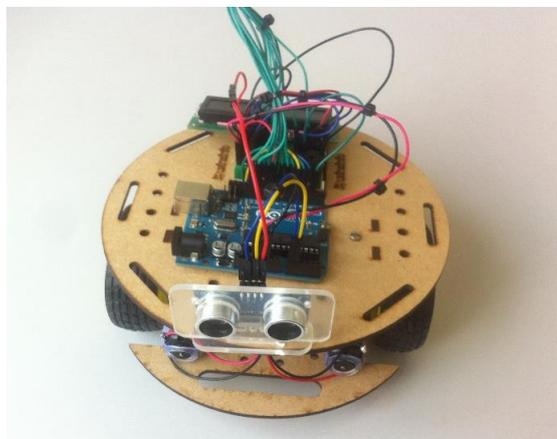


Figura 1. Robô montando e utilizado

As intervenções foram divididas em cinco momentos, tendo um total de 20 horas, sendo abordado o conceito de entradas, saídas e processamento de dados, estruturas de condições e de repetições. Todas as intervenções foram focadas na realização de atividades práticas, sendo apresentado aos alunos um desafio lúdico, onde seria solucionado no decorrer das intervenções.

Este desafio lúdico tem o seguinte contexto: “O SENAI está desenvolvendo um novo produto com estudantes de todo o Brasil, sendo este produto um robô aspirador de sujeiras, que está sendo chamado de RobClean. Este produto deve ser capaz de deslocar em uma casa/empresa sem se colidir com os objetos a sua volta, tendo como objetivo realizar a limpeza do piso. Visando que o produto deve ser lançado logo ao mercado, o SENAI adotou uma estratégia para seu desenvolvimento, que é dividir os vários problemas para equipes em todo o Brasil. A sua equipe está responsável por desenvolver um robô e um algoritmo que permita o deslocamento do robô de forma autônoma, sem colidir com os objetos a sua volta. Para isto você terá disposição um conjunto de elementos, como por exemplo, o sensor ultrassônico, que é capaz de detectar objetos, sendo possível desviar o robô do objeto e continuar trabalhando.”

Através deste contexto, dividiu-se o desafio em cinco etapas, onde a cada etapa acrescentava-se algum componente e função ao robô móvel, controlado pela plataforma Arduino. A cada etapa concluída o robô móvel possuía uma das funções solicitadas com base no contexto repassado, permitindo o aluno acompanhar gradualmente o crescimento do robô e de seu conhecimento.

Em todas as intervenções os alunos foram imersos no universo da robótica, com a demonstração do robô móvel, utilizado durante as aulas para as explicações, e a montagem e programação dos seus próprios robôs. Para a realização das atividades fez-se necessária a criação de seis grupos de quatro integrantes e um grupo de cinco integrantes, devido ao fato de possuir sete robôs móveis.

Para avaliar o desempenho da amostra selecionada foram usados dois instrumentos de avaliação: teste de avaliação e análise de conteúdo. O teste de avaliação foi utilizado tanto no grupo de controle quanto no experimental e foi aplicado no mesmo período. Todas as avaliações foram elaboradas juntamente com os professores da disciplina e a coordenação de curso.

Para melhor avaliar o desempenho das amostras, optou-se por dividir o teste de avaliação em dois momentos. No primeiro momento avaliou-se o conceito de entrada, processamento e saída de dados, linearização de expressões e estrutura de condição. Já no segundo momento, avaliou-se a estrutura de repetição. Em ambos testes de avaliação definiu-se um peso a cada questão, tal qual, atribuído conforme seu nível de dificuldade e encontra-se ao início de cada enunciado.

Necessitou-se realizar adaptações no primeiro teste de avaliação para o grupo de controle, em relação ao do grupo experimental, devido à linguagem de programação empregada em cada amostra. A avaliação desenvolvida para o grupo experimental foi formada por comandos da linguagem de

programação empregada pelo Arduino (Wiring). E a avaliação aplicada no grupo de controle foi baseada na linguagem de programação C.

O instrumento de análise de conteúdo foi utilizado para avaliar o desafio desenvolvido em etapas pelos alunos. Ele foi dividido em duas categorias: código fonte, que visou analisar o conteúdo desenvolvido pelo grupo, e a execução das etapas do desafio, que visou analisar o funcionamento do robô com os algoritmos desenvolvidos. Cada critério, de ambas as categorias, possui um peso, sendo eles definidos com base em sua importância, onde os maiores valores são de maior relevância e os de menores valores são os complementares.

VI. RESULTADOS

Com base nos dados coletados, através dos métodos de avaliação empregados, utilizou-se diversos procedimentos e métodos estáticos para analisar e evidenciar os resultados deste trabalho. Inicialmente analisou-se a equivalência entre o grupo de controle e experimental através das médias obtidas pelos participantes nas disciplinas de Fundamentos de Matemática e Introdução à Linguagem de Programação. Esta análise fez-se necessária pelo fato da formação não aleatória destes grupos utilizados na inferência das intervenções e coleta de dados.

Para analisar a equivalência entre o grupo de controle e o experimental, foram selecionadas duas disciplinas do curso identificadas como pré-requisito para o bom andamento da disciplina de Conceitos de Programação, alvo das intervenções desta pesquisa; são elas, Introdução à Linguagem de Programação e Fundamentos de Matemática. Vale ressaltar, que o curso por ser um módulo único, não existem pré-requisitos estabelecidos entre as disciplinas

A Tabela I apresenta os resultados da aplicação do teste de Shapiro-Wilk com o grupo de controle e experimental nas disciplinas de Introdução à Linguagem de Programação e Fundamentos de Matemática. Tal teste aplicou-se a fim de testar-se a normalidade das amostras. Pode-se observar que ambas as disciplinas e grupos possuem uma distribuição normal. Este teste foi realizado através do software Action [10] com um nível de confiança de 95%.

TABELA I
TESTE DE SHAPIRO-WILK PARA ANÁLISE DE EQUIVALÊNCIA DO GRUPO DE CONTROLE E EXPERIMENTAL

Métodos	Grupo de controle	Grupo Experimental
<i>Int. Linguagem de Programação</i>		
Shapiro-Wilk	0,9511	0,9312
P-valor	0,1677	0,0574
<i>Fund. Matemática</i>		
Shapiro-Wilk	0,9323	0,9378
P-valor	0,0507	0,0721

Como todas as amostras aferidas com o teste de Shapiro-Wilk demonstraram ser de distribuição normal ($p > 0,05$), empregou-se o teste *t*-Student independente, para analisar a significância estatísticas entre os grupos. Definiu-se com os grupos de controle e experimental, na disciplina de Fundamentos de Matemática, as seguintes hipóteses:

- H0: As médias das disciplinas de Fundamentos de Matemática do grupo de controle e experimental são iguais;
- H1: As médias das disciplinas de Fundamentos de Matemática do grupo de controle e experimental são diferentes;

A Tabela II demonstram o resultado dos testes, efetuado com o software *Microsoft Office Excel 2013*. Nele pode-se observar que o teste *t-Student* não apresentou significância estatística em nem uma das disciplinas aferidas. Deste modo, não se rejeita a hipótese nula (H0), em que as médias são iguais, a um nível de significância de 95%.

TABELA II
TESTE T-STUDENT DISCIPLINA FUND. MATEMÁTICA

Disciplina	Fund. Matemática	
	Controle	Experimental
Média	8,15	8,5
Variância	0,57	0,92
Observações	31	31
Grau de liberdade	60	
t	-1,5727	
p-valor	0,1210	
t crítico	2,0003	

Do mesmo modo, definiram-se duas hipóteses para análise, com teste *t-Student*, da disciplina de Introdução à Linguagem de Programação, que são:

- H0: As médias da disciplina de Introdução à Linguagem de Programação do grupo de controle e experimental são iguais;
- H1: As médias da disciplina de Introdução à Linguagem de Programação do grupo de controle e experimental são diferentes;

A Tabela III demonstra o resultado do teste, efetuado com o software *Microsoft Office Excel 2013*. Pode-se observar que o teste *t-Student* não apresentou significância estatística (tteste = 0,7671; tcritico = 2,0002). Deste modo, não se rejeita a hipótese nula (H0), em que as médias são iguais, a um nível de significância de 95%.

TABELA III
TESTE T-STUDENT DISCIPLINA INT. LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO

Disciplina	Int. Ling. de Programação	
	Controle	Experimental
Média	7,54	7,7
Variância	0,70	1,93
Observações	31	31
Grau de liberdade	60	
t	0,7671	
p-valor	0,4459	
t crítico	2,0002	

A Fig. 2 apresenta as médias obtidas em cada avaliação aplicada no grupo de controle e experimental, bem como os seus devidos desvio padrão. Pode-se observar um progresso em todas as avaliações do grupo de experimental, que foi submetido às atividades propostas deste trabalho em relação ao grupo de controle, ao qual foi aplicado o método

tradicional. Além disto, apresenta a média final obtida em cada grupo, onde pode-se observar uma diferença de 26% em relação do grupo experimental ao de grupo de controle.

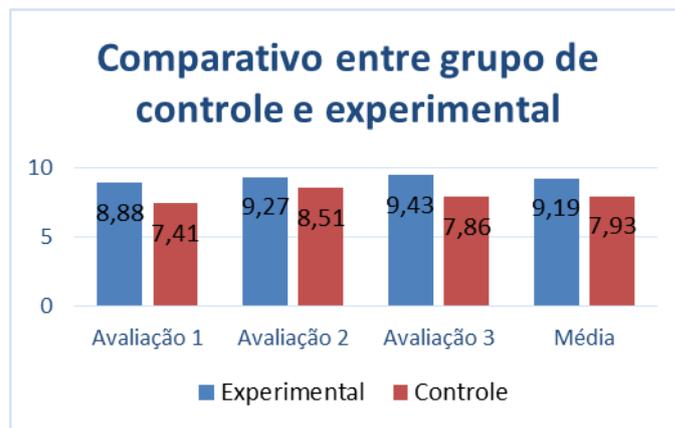


Figura 2. Resultados dos dados coletados

Aplicou-se o teste de Shapiro-Wilk sobre as médias obtidas na disciplina de Conceitos de Programação, tanto do grupo de controle quanto no experimental. A Tabela IV apresenta os resultados do teste, sendo que pode-se observar que ambos os grupos não possuem uma distribuição normal. Este teste foi realizado através do software Action [10] com um nível de confiança de 95%.

TABELA IV
TESTE SHAPIRO-WILK PARA ANÁLISE ENTRE GRUPO DE CONTROLE E EXPERIMENTAL

Métodos	Grupo de Controle	Grupo Experimental
Shapiro-Wilk	0,7447	0,8966
P-valor	1,4e-06	0,0006

Devido ao fato das amostras não pertencerem a uma distribuição normal, descartou-se a utilização de testes paramétricos para analisar a significância estatística entre os grupos. Para realização desta análise utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney.

Segundo Field (2009), deve-se definir a hipótese nula (H0) e alternativa (H1) do teste de Mann-Whitney, sendo definidas as seguintes hipóteses:

- H0: As médias do grupo de controle e experimental, são iguais;
- H1: As médias do grupo de controle e experimental, não são iguais.

A Tabela V demonstra o resultado do teste efetuado com o software *Action* [10], nela observar-se que o teste Mann-Whitney detectou uma diferença significativa entre as duas amostras (W= 234; P-valor = 5,00E-04). Deste modo, rejeita-se a hipótese nula (H0), assim aceitando a hipótese alternativa (H1), podendo afirmar que as amostras possuem médias diferentes, a um nível de significância de 95%.

TABELA V
TESTE MANN-WHINEY

Informações	Resultados
Estatística	234
P-valor	5,00E-04
Límite Inferior	-1,3333
Mediana	-0,8333
Límite Superior	-0,3333

O resultado demonstra que as duas turmas não possuem médias iguais, do ponto de vista estatístico, sendo assim, pode-se concluir que através das notas obtidas elas não são equivalentes.

VII. CONCLUSÕES

O tema de estudo deste trabalho teve como objetivo geral utilizar a robótica educacional, apoiada na plataforma Arduino, para o ensino de conceitos de programação no curso de Aprendizagem Industrial em Informática, a fim de avaliar a melhoria no desempenho acadêmico.

Este estudo pode ser considerado de caráter pioneiro, no que se refere FIESC/SENAI, devido ao fato de nunca antes ter sido realizado algo do gênero, até mesmo em outras modalidades dos cursos oferecidos.

Através dos métodos de avaliação aplicados com os grupos de controle e experimental, foram encontradas evidências estatísticas significativas que a utilização da robótica educacional, apoiada da plataforma Arduino produziu uma melhoria no desempenho acadêmico dos alunos expostos a este método. Além disto, percebeu-se que em todas as avaliações o grupo experimental se sobressaiu melhor no quesito média em relação ao grupo de controle. Isso provado também na média final de ambos os grupos, onde se obteve uma diferença de 26%.

Com base nos resultados apresentados, é possível concluir que a utilização da robótica educacional, apoiada na plataforma Arduino, produziu uma melhora significativa no desempenho acadêmico dos alunos expostos a estas atividades, nas intervenções realizadas na disciplina de Conceitos de Programação. Ou seja, o grupo experimental progrediu mais em relação ao grupo de controle, onde se aplicou o método tradicional empregado na instituição.

Como trabalhos futuros deste estudo, pretende-se a aplicação destas atividades a outros níveis de estudo, como por exemplo, em cursos técnicos. Isso permitiria uma expansão do estudo já realizado, podendo-se analisar ambas as amostras, concluindo em quais níveis as atividades foram mais eficientes.

REFERÊNCIAS

[1] L. C. Miranda, F. F. Sampaio and J. A. S. Borges. “RoboFácil: Especificações e Implementação de um Kit de Robótica para a Realidade Educacional Brasileira”. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, v. 18, n. 3, p. 47-58, 2010.

[2] R. Fiori, R. J. Esperandim F. A. Silva, P. J. Varela, M. D. Leite and F. A. Reinaldo. “Uma experiência prática da inserção de robótica e seus benefícios como

ferramenta educativa em escolas públicas”. *Simposio Brasileiro de Informática na Educação*, 25, 2014, Dourados. *Anais 25º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*. p. 1223-1232, Porto Alegre: SBC, 2014.

[3] M. Banzi. “Primeiros passos com Arduino”. São Paulo, Novatec Editora, 2011.

[4] J. O. Chaves, A. Castro, L. Rommel, M. V. Ferreira. “Mojo: Uma ferramenta para auxiliar professor em disciplinas de programação”. *Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância*, 5 ed., 2013, Belém. *Anais do X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância*. Porto Alegre: Associação Universidade em Rede. 2013.

[5] M. E. Carpersen and M. Kolling. “STREAM: A First Programming Process”. *ACM Transactions on Computing Education*. v. 9, n. 1, artigo 4, mar. 2009.

[6] A. Gomes. “Learning to program – difficulties and solutions. *International Conference on Engineering Education*”. Coimbra, set. 2007.

[7] P. D. Saico et al. “Ensino de Programação no Ensino Médio: Uma Abordagem Orientada ao Design com linguagem Scratch”. *Revista Brasileira de Informática na Educação*. v. 21, n. 2, p. 93-103, jun. 2013.

[8] B. Santomauro. “Robótica sem usar o computador”. *Revista Nova Escola*. v. 217, n. 1, out, 2008.

[9] J. V. V. D’Abreu. “Robótica Educativa/Pedagógica na era digital”. *Congresso Internacional TIC e Educação*, 2, 2012. *II Congresso Internacional TIC e Educação*, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, p. 2449-2465, 2012.

[10] Estatcamp. Disponível em: www.estatcamp.com.br.

[11] R. Burbaite, V. Stuikeys, R. Damasevicius, Robestas. *Educational Robots as Collaborative Learning Objects for Teaching Computer Science*. *IEEE Conference on System Science and Engineering*, Budapest, p. 211-216, jul. 2013.

C. F Panadero, J. V. Román, C. D. Kloss. *Impact of Learning Experiences Using LEGO Mindstorms in Engineering Courses*. *IEEE EDUCON Education Engineering*, Madrid, p. 503-512, abr. 2010.

V. B. Barreto, A. L’erario, J. A. Farbi. *Teaching Programming for High School Students Using the LEGO Mindstorms Robot*. *Iberian Conference on Information System and Technologies*, Aveiro, p. 1-7, jun. 2015.

A. Behrens et. al. *MATLAB Meets LEGO Mindstorms – A Freshman Introduction Course Into Practical Engineering*. *IEEE Transactions on Education*, v. 53, n. 2, p. 306-317, mai. 2010.

S. Salcedo, A. M. Idrobo. *New Tools and Methodologies for Programming Languages Learning using the Scribbler Robot and Alice*. *Frontiers in Education Conference*, Rapid City, p. F4G1-F4G6, out. 2011.

A. Sousa, B. Moreira, F. Lopes, H. Costa. *Attractive demonstrations with wire programming robot “REDi”*. *Iberian Conference on Information Systems and Technologies*, Aveiro, p. 1-6, jun. 2015.

- I. Rothe. Starter-Project for First Semester Students to Survey Their Engineering Studies. IEEE Global Engineering Education Conference, p. 1-4, mar. 2015.
- J. S. Kay, J. G. Moss, S. Engelman, T. Mcklin. Sneaking In Through The Back Door: Introducing K-12 Teachers to Robot Programming. ACM Technical symposium on Computer science education, New York, p. 499-504, mar. 2014.
- M. M. McGill. Learning to Program with Personal Robots: Influences on Student Motivation. ACM Transactions on Computing Education, New York, v. 12, n. 1, 4:1-4:32, mar. 2012.
- A. Saad, R. M. Kroutil. Hands-on Learning of Programming Concepts Using Robotics for Middle and High School Students. Annual Shoutheast Regional Conference, New York, p. 361-362, mar. 2012.
- G. Majgaard, L. B. Bertel. Initial Phases of Design-based Research into the Educational Potentials of NAO-Robots. ACM/IEEE International conference on Human-robot interaction, New York, p. 238-239, 2014.
- M. Gordon, E. Ackermann, C. Breazeal. Social Robot Toolkit: Tangible Programming for Young Children. ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction Extended Abstracts, New York, p. 67-68, mar. 2015.
- M. Gordon, E. Rivera; E. Ackermann, C. Breazeal. Designing a relational social robot toolkit for preschool children to explore computational concepts. International Conference on Interaction Design and Children, New York, 355-358, jun. 2015.
- D. Wang, L. Zhang, C. Xu, H. Hu, Y. Qi. A Tangible Embedded Programming System to Convey Event-Handling Concept. International Conference on Tangible, Embedded, and Embodied Interaction, New York, p. 133-140, fev. 2016.
- E. Tsang, C. Gavan, M. Anderson. The practical application of LEGO MINDSTORMS robotics kits: does it enhance undergraduate computing students' engagement in learning the Java programming language?. Annual Conference on Information technology education, New York, p. 121-126, out. 2014.
- C. Martinez, M. J. Gomez, L. Benotti. A Comparison of Preschool and Elementary School Children Learning Computer Science Concepts through a Multilanguage Robot Programming Platform. ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, New York, p. 159-164, jun. 2015.
- A. Merkouris, K. Chorianopoulos. Introducing Computer Programming to Children through Robotic and Wearable Devices. Workshop in Primary and Secondary Computing Education, New York, p. 69-72, nov. 2015.
- C. J Costa, M. Aparicio, C. Cordeiro. A solution to support student learning of programming. Workshop on Open Source and Design of Communication, New York, p.25-29, jun. 2012.
- L. Major, T. Kyriacou, P. Brereton. Experiences of prospective high school teachers using a programming teaching tool. Koli Calling International Conference on Computing Education Research, New York, p.126-131, nov. 2011.
- E. R. Kazakoff, A. Sullivan, M. U. Bers. The Effect of a Classroom-Based Intensive Robotics and Programming Workshop on Sequencing Ability in Early Childhood. Early Childhood Education Journal, v. 41, n. 4, p. 245-255, jul. 2012.
- A. Álvarez, M. Larrañaga. Experiences Incorporating Lego Mindstorms Robots in the Basic Programming Syllabus: Lessons Learned. Journal of Intelligent & Robotic Systems, v. 81, n. 1, p. 117-129, fev. 2015.
- B. Caci, G. Chiazese, A. D'amico. Robotic and virtual world programming labs to stimulate reasoning and visual-spatial abilities. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 93, p. 1493-1497, out. 2013.
- F. Candelas et. al. Experiences on using Arduino for laboratory experiments of Automatic Control and Robotics. IFAC-PapersOnLine, v. 48, n. 29, p. 105-110, dez. 2015.
- D. Tochacek, J. Lapes, V. Fuglík. Developing Technological Knowledge and Programming Skills of Secondary Schools Students through the Educational Robotics Projects. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 217, p. 377-381, fev. 2016.
- A. Liu et. al. Students Learn Programming Faster through Robotic Simulation. Tech Directions, v. 72, n. 8, p. 16-19, mar. 2013.
- R. Ramli, M. Yunus, N. Ishak. Robotic teaching for Malaysian gifted enrichment program. Procedia - Social and Behavioral Sciences, v. 15, p. 2528-2532, jun. 2011.
- A. Pasztor, R. Papszigeti, E. L. Torok. Effects of Using Model Robots in the Education of Programming. Informatics in Education, v. 9, p. 133-140, 2010.
- T. A. Mikropoulos, I. Bellou. Educational Robotics as Mindtools. Themes in Science and Technology Education, v. 6, n. 1, p. 5-14, 2016.