

A Utilização da Robótica no Ensino de Disciplinas de Programação em Cursos de Computação e Engenharia

Paula Ceccon Ribeiro¹, Carlos Bazilio Martins¹, Flávia Cristina Bernardini¹

¹ Pólo Universitário de Rio das Ostras – PURO
Universidade Federal Fluminense – UFF
Rio das Ostras – Rio de Janeiro – Brasil

paulaceccon@gmail.com, fcbernardini@puro.uff.br, bazilio@ic.uff.br

Resumo. *A robótica em âmbito educacional pode ser utilizada como uma ferramenta que motiva e estimula o interesse dos alunos por meio das práticas mais dinâmicas sugeridas por esta abordagem. Este artigo apresenta os resultados de um estudo da utilização da robótica em âmbito educacional superior como uma ferramenta de apoio ao ensino de disciplinas de programação. A avaliação desta abordagem foi realizada em uma universidade federal brasileira com alunos do primeiro e segundo períodos nestas disciplinas.*

1. Introdução

A robótica educacional, conforme o Dicionário Interativo da Educação Brasileira¹ é um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem, sendo estes compostos por diversas peças, motores e sensores, controlados por computador e softwares, sendo possível programar, de alguma forma, o funcionamento dos robôs.

A robótica pode ser utilizada em âmbito educacional para motivar e despertar o interesse dos alunos em disciplinas muitas vezes consideradas de difícil compreensão, como as de programação, por exemplo, devido ao alto índice de abstração exigido [1]. Assim, permite-se que os alunos possam aplicar os conhecimentos adquiridos, construindo programas para problemas reais, estimulando a criatividade e proporcionando um aprendizado mais dinâmico.

O presente trabalho tem como objetivo investigar o impacto do uso da robótica em âmbito educacional do ensino superior, mais especificamente em disciplinas de programação. Neste caso, a robótica serve como uma ferramenta de apoio ao aprendizado nessas disciplinas, para estimular e motivar o interesse dos alunos, bem como amenizar suas dificuldades. A avaliação do uso da robótica nessas disciplinas ocorreu por meio da realização de atividades com alunos das disciplinas de programação ofertadas nos cursos de Ciência da Computação e Engenharia de Produção em uma universidade federal.

Este artigo está dividido da seguinte maneira: na Seção 2, são apresentados alguns conceitos de educação e robótica, alguns problemas que dificultam o aprendizado de disciplinas de programação, bem como algumas potencialidades da utilização da robótica

¹www.educabrasil.com.br

para amenizar esses problemas. Na Seção 3 tem-se a metodologia de avaliação da proposta de estudo apresentada. Nas Seções 4 e 5, são apresentados as atividades realizadas e os resultados obtidos, nessa ordem. Por fim, a Seção 6 conclui este trabalho, apresentando contribuições e possíveis trabalhos futuros.

2. Educação e Robótica

A disciplina de programação é considerada a base para o curso de Ciência da Computação, estando presente também no plano curricular de outros cursos, como os de Engenharia, por exemplo. Esta disciplina aborda os princípios de lógica de programação, a fim de desenvolver a capacidade de raciocínio dos alunos, permitindo que estes consigam analisar e resolver problemas por meio da sua representação na forma de algoritmos, e costuma apresentar altos índices de evasão e reprovação, sendo um dos gargalos existentes nos cursos de graduação na área de computação e engenharias [2].

Alguns motivos apontados em pesquisas anteriores como causadores deste problema são [3][4][5]: dificuldade dos alunos em desenvolver o raciocínio lógico, pois estão acostumados a decorar o conteúdo; falta de motivação do aluno gerada pelo despreparo e o desânimo, o que normalmente ocorre quando ele acredita que a disciplina constitui um obstáculo extremamente difícil de ser superado; falta de clareza para o aluno da real utilidade da disciplina e se eles realmente utilizarão aquele conteúdo na vida profissional; dificuldades em assimilar as abstrações envolvidas.

Com o uso da robótica no meio educacional possibilita-se uma maior interação professor/aluno, permitindo que estes experimentem um aprendizado constante por meio de busca e investigação. No âmbito educacional, a utilização da robótica tem ainda a capacidade de ampliar a gama de atividades que podem ser desenvolvidas, além de promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento, uma vez que a robótica requer conhecimentos de mecânica, matemática, programação, dentre outras áreas. Além disso, a robótica possibilita aos alunos ter uma vivência, na prática, do método científico, simulando mecanismos do cotidiano através da construção de protótipos controlados por computador [6].

Conforme [7] existem cinco vantagens em se aliar robótica à educação . São elas: (i) transforma a aprendizagem em algo motivador; (ii) permite aos alunos testarem em um equipamento físico o que aprenderam utilizando programas modelos que simulam o mundo real; (iii) faz com que os alunos verbalizem seus conhecimentos, experiências e desenvolvam a capacidade de argumentar e contra-argumentar — essa vantagem pode ser utilizada como uma ajuda na superação de limitações na comunicação —; (iv) desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos; (v) favorece a interdisciplinaridade, integrando conceitos de diferentes áreas, tais como matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.

Também por meio da robótica educacional, espera-se que os estudantes se tornem aptos a explorar novas ideias, hipóteses e a descobrir novos meios de aplicar o conhecimento adquirido em sala de aula na resolução de problemas. Isso auxilia o desenvolvimento da capacidade do estudante de elaborar hipóteses, investigar soluções, estabelecer relações e tirar conclusões [1].

3. Metodologia de Avaliação do Uso da Robótica em Disciplinas de Programação

Para avaliar o uso da robótica em disciplinas de programação, é de entendimento dos autores que é necessário realizar atividades com turmas presenciais da disciplina de programação. Dessa forma, foram fornecidas aulas teóricas, nas quais foram apresentados o robô, a linguagem de programação adotada pelo robô e a biblioteca a serem utilizados pelos alunos. Também foi apresentada a tarefa a ser executada, e foram realizadas aulas práticas, nas quais solicita-se que os alunos dividam-se em grupos de 3 a 5 pessoas. O objetivo desses grupos é programar o robô para realizar a tarefa proposta, utilizando os conceitos de programação assimilados em aulas previamente ensinadas da disciplina, e as ferramentas inicialmente apresentadas nas aulas teóricas. Após a realização da tarefa, os alunos são convidados a preencher um questionário, para que se possa avaliar o impacto da utilização da robótica nas disciplinas de programação, do ponto de vista dos alunos. Esse questionário contém as seguintes perguntas:

1. Na sua opinião, o grau de dificuldade da tarefa proposta foi: (questão fechada);
2. Conseguiu realizar a tarefa com sucesso? (questão fechada);
3. Qual a sua opinião sobre a tarefa proposta? (questão aberta);
4. Quais aspectos você considera positivos na tarefa realizada (do que mais gostou)? E negativos? (questão aberta);
5. Quais foram as principais dificuldades encontradas na realização da tarefa? (questão aberta);
6. Aponte seu grau de interesse em Programação: (questão fechada);
7. A tarefa realizada foi capaz de motivar/estimular seu interesse em Programação com que intensidade? (questão fechada);
8. Aprendeu algo novo ou compreendeu melhor algo que não tinha entendido direito até o momento? O quê? (questão aberta);
9. Voltaria a participar de uma nova atividade como esta? Por quê? (questão aberta);
10. Comentários e sugestões: (questão aberta);

As questões fechadas foram elaboradas em escala, sendo as opções: “Muito Baixo”, “Baixo”, “Médio”, “Elevado” e “Muito Elevado”.

Para a avaliação descrita, foi utilizada a linguagem de programação Java, o kit de robótica Mindstorms NXT 2.0² e a biblioteca leJOS³. O Mindstorms NXT 2.0 é um kit de robótica comercializado pela empresa dinamarquesa LEGO⁴, voltado para educação, composto por várias peças encaixáveis, três tipos de sensores, três motores e um controlador central (NXT).

O leJOS é um projeto *open source* criado por José Solórzano, no fim de 1999, que teve como objetivo desenvolver uma infraestrutura tecnológica que permitisse a programação de robôs LEGO Mindstorms utilizando a linguagem Java. O leJOS surgiu inicialmente como uma ramificação do *TinyVM*⁵ e consiste basicamente em um firmware de substituição para os robôs programáveis LEGO Mindstorms, contendo uma Máquina Virtual Java e alguns softwares adicionais para carregar e executar programas em Java. O

²<http://mindstorms.lego.com>

³<http://lejos.sourceforge.net/index.php>

⁴<http://www.lego.com/>

⁵<http://tinyvm.sourceforge.net/>

leJOS possui versões para Windows, Linux e Mac, e conta com plug-ins que permitem o desenvolvimento de programas por meio das IDEs Netbeans⁶ e Eclipse⁷.

Apesar da biblioteca leJOS ser desenvolvida sobre a linguagem Java, a qual é bastante difundida tanto no meio acadêmico quanto no mercado de trabalho, para os alunos iniciantes em programação a biblioteca apresenta uma série de particularidades técnicas que exigem conhecimentos profundos desses alunos. De forma a encapsular estas particularidades, desenvolvemos uma biblioteca cuja API simplifica o uso do leJOS por parte de alunos iniciantes em programação. Um exemplo que pode ser citado é o caso de se desejar que o robô ande por um período de tempo determinado. Na biblioteca leJOS isto é feito disparando uma *thread* e a interrompendo após o período de tempo desejado. Como a manipulação de *threads* não é algo trivial, encapsulamos essa manipulação em um único método — *void andaParaFrente(long tempo)* — presente na API da biblioteca criada. A implementação em Java de todas as funções que encapsulam alguns conceitos estão disponíveis on-line no site de um dos autores. O site referido será mencionado na versão final do artigo, caso aceite, devido à essa revisão ser uma revisão cega.

4. Atividades Realizadas

4.1. Explorador

O objetivo desta atividade, adaptada de uma ideia encontrada em <http://www.nxtprograms.com/>, foi colocar em prática alguns conhecimentos obtidos na disciplina de Programação de Computadores I, tais como estruturas de repetição e condição. A tarefa a ser realizada consiste em programar o robô de forma que, a partir de qualquer posição inicial, ele inicie uma caminhada explorando a área na qual se encontra. Este robô está munido de um sensor de toque e um sonar. O robô deve se comportar da seguinte maneira:

- Inicialmente, o robô se move normalmente para frente;
- Ao visualizar um obstáculo à frente, o robô deve parar, “olhar” para a esquerda e para a direita e decidir por tomar o caminho que tenha “mais espaço livre”. Isso deve ser feito por meio da utilização do sensor de distância (sonar) que, ao virar para a direita, deve capturar a distância até o obstáculo mais próximo e, ao virar para a esquerda, deve realizar o mesmo procedimento. Assim, a decisão do caminho a ser tomado se dará com base na direção que possuir uma maior distância livre até o obstáculo mais próximo.

A Figura 1 apresenta um exemplo de caminho a ser seguido pelo explorador. Nesta imagem, o robô se encontra em uma sala retangular. As paredes e os quadrados vermelhos representam os obstáculos que o robô pode encontrar. Quando ele encontra um obstáculo ele para e realiza o procedimento descrito anteriormente, optando por seguir na direção com maior caminho livre.

Ainda nessa atividade, a segunda tarefa consiste em os alunos solucionarem também um desafio, programando o robô para tomar uma atitude a mais em relação a tarefa inicial. Essa consiste em quando o robô, partindo de uma determinada direção,

⁶<http://netbeans.org/>

⁷<http://www.eclipse.org/>

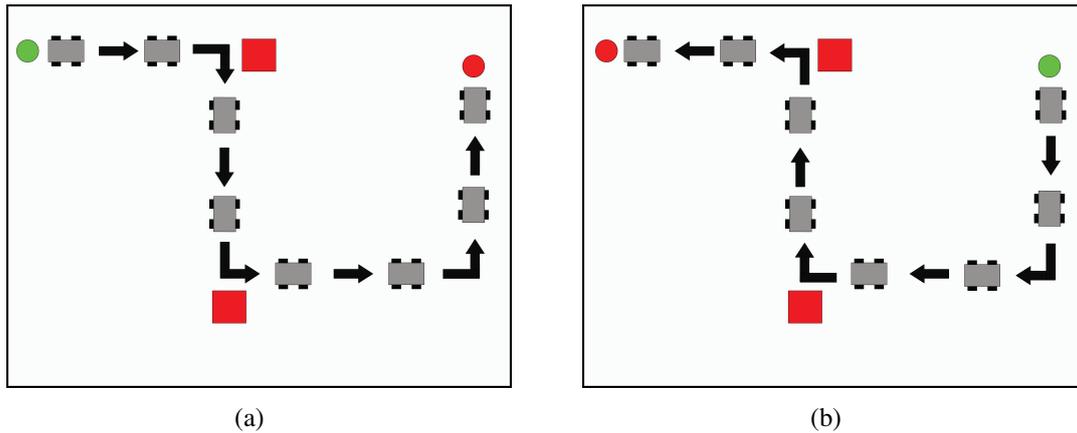


Figura 2: À esquerda, em (a), o caminho de ida realizado pelo robô. À direita, em (b), o caminho de volta que o robô deve percorrer para retornar ao ponto de partida

Por meio das atividades realizadas, observou-se uma forte motivação dos alunos ao verem o robô funcionando e executando a tarefa proposta de acordo com a programação realizada por eles. As respostas das questões fechadas do questionário aplicado são apresentadas nos gráficos das Figuras 3, 5 e 4. A Figura 3 — Questão 1 — mostra a opinião dos alunos a respeito do grau de dificuldade da tarefa proposta. A Figura 4 — Questão 7 — apresenta a opinião dos alunos sobre a capacidade desta abordagem de motivar e/ou estimular seu interesse em programação. Nessas figuras, pode ser observado que as atividades oferecem alto grau de interesse e motivação por parte dos alunos, mesmo elas tendo um nível médio de dificuldade, ou seja, mesmo sendo um problema razoavelmente difícil, eles se motivam a resolvê-lo.

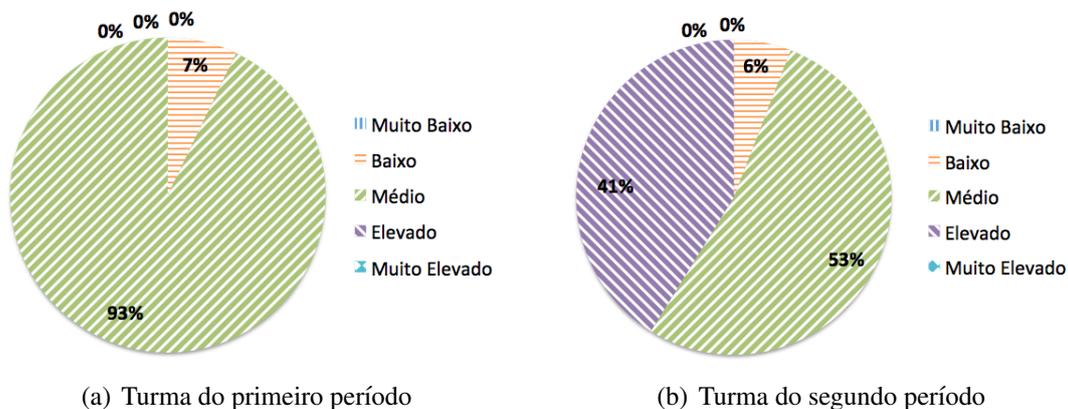


Figura 3: Grau de dificuldade da atividade Explorador

Muitos alunos, de ambas as turmas, alegaram que um ponto forte do uso da robótica no ensino da programação é a possibilidade de eles verem seus códigos funcionando em algo físico, tangível, e não somente executando-os por meio de linha de comando. Alguns alunos afirmaram também que viram nessa prática uma maneira mais “divertida” de desenvolver o raciocínio lógico e sugeriram que essa abordagem passasse a ser adotada no ensino de programação na universidade. Foi observada também uma forte interação dos alunos, trabalhando em grupo a fim de criar um algoritmo que realizasse a

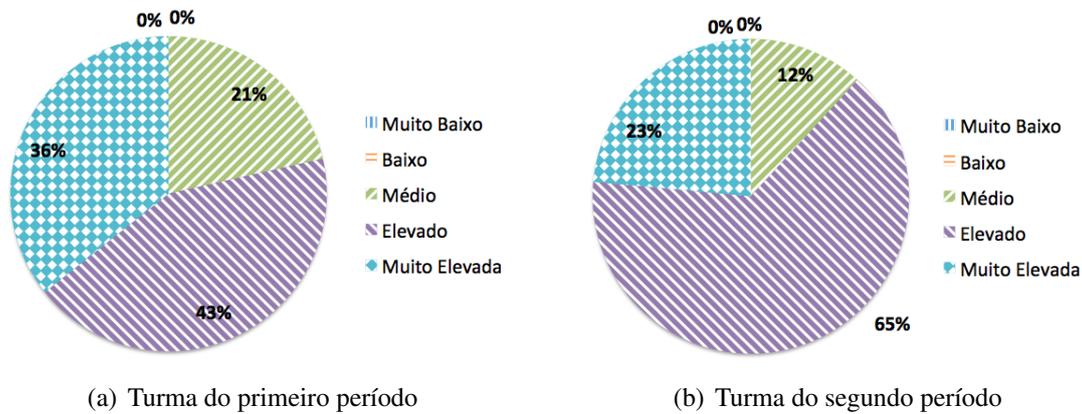


Figura 4: Grau em que a atividade Explorador foi capaz de motivar e/ou estimular o interesse em programação

tarefa proposta e, na turma do segundo período, notou-se uma interação ainda maior para se solucionar o desafio. Isso pode ter ocorrido devido aos alunos terem adquirido uma maior confiança ao conseguir realizar a primeira etapa da atividade proposta ou mesmo pelo caráter desafiador da segunda etapa da atividade.

Muitos alunos afirmaram também ter sido interessante ter contato com outra linguagem e que compreenderam melhor as estruturas de controle, bem como puderam ter uma visão mais ampla da importância da disciplina de programação e da sua utilidade (fator apresentado no Seção 2 como uma possível problemática, quando os alunos não conseguem perceber a sua importância e utilidade).

Um comentário bastante gratificante e que fortalece a ideia do fator estimulante e motivador do uso da robótica educacional foi o de um aluno que afirmou: “A atividade foi ótima. Observei colegas que não gostam de programação e que com essa iniciativa puderam entrar na brincadeira e acabar gostando”. Esse mesmo ponto de vista foi reforçado por um aluno do segundo período que afirmou que não tem muito interesse em programação mas que, por meio da tarefa e utilização do robô, se sentiu bastante estimulado e motivado, aprendendo de forma “divertida” e diferente da habitual. A Figura 5 — Questão 6 — apresenta o interesse apontado pelos alunos na disciplina de programação. Em geral, o interesse é alto, o que pode facilitar o uso de problemas difíceis e ainda assim os alunos permanecerem motivados.

5.2. Atividade Explorador Vai e Volta

Esta atividade, utilizando implementação com vetor, foi realizada com uma turma mista de alunos de computação e engenharia no primeiro período, possuindo um total de 21 alunos participantes. A mesma atividade, porém utilizando implementação com pilha, foi realizada com uma turma de programação no segundo período, composta por alunos de computação, tendo um total de 16 alunos participantes. A Figura 6 — Questão 1 — expõe a opinião dos alunos em relação ao grau de dificuldade da tarefa proposta. Já a Figura 7 — Questão 7 — apresenta a opinião dos alunos sobre da utilização da robótica em aula motivar e/ou estimular seu interesse em programação.

Por meio dessas figuras, observa-se que grande parte dos alunos, de ambas as turmas, considera essa abordagem capaz de motivá-los no aprendizado de disciplinas de

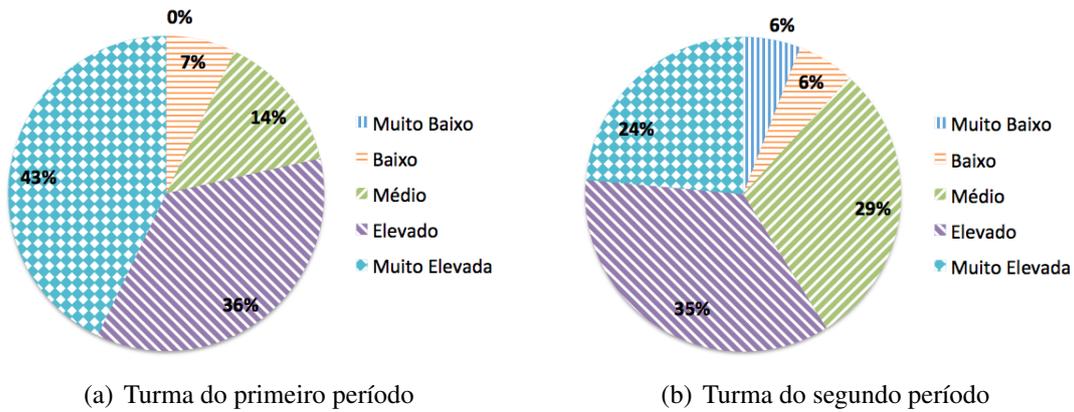


Figura 5: Grau de interesse apontado pelos alunos que realizaram a atividade Explorador na disciplina de programação

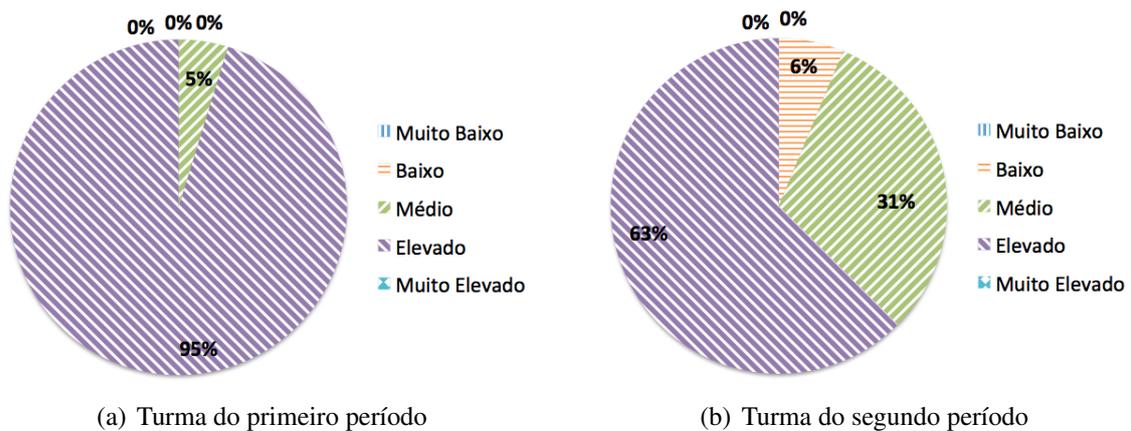


Figura 6: Grau de dificuldade da atividade Explorador

programação, mesmo quando eles consideram o problema tendo um grau de dificuldade elevado. Assim, como se sentem motivados com o uso da robótica, as possíveis dificuldades passam a ser vistas por eles não mais como obstáculos, mas como desafios a serem superados. O fator motivador pode também ser exemplificado por um comportamento dos alunos observado durante a realização da atividade. Como mencionado na Subseção 4.2, nesta atividade, o robô percorria “explorava” o ambiente por um período de tempo pré-determinado e, após o fim deste, deveria retornar ao ponto de partida percorrendo o mesmo caminho de ida. Como a universidade na qual o estudo foi realizado só dispõe de um robô, determinamos que ele percorreria este trajeto de ida por um período curto de tempo (15 segundos), de forma que toda a turma conseguisse ver o seu código sendo executado. Porém, muitos alunos pediram para que esse tempo fosse aumentado, de forma que eles pudessem ver o seu código e, conseqüentemente, o robô agindo por mais tempo.

Muitos alunos afirmaram considerar interessante ter um contato com outra linguagem de programação e que puderam observar na prática a utilização de vetores, para a turma de programação no primeiro período, e de pilha, para a turma no segundo período, podendo observar como esses conceitos podem ser utilizados para solucionar problemas mais próximos da realidade e de maneira prática. Alegaram também que gostaram de ver seu código funcionando e sendo executado por algo físico e tangível. Alguns de-

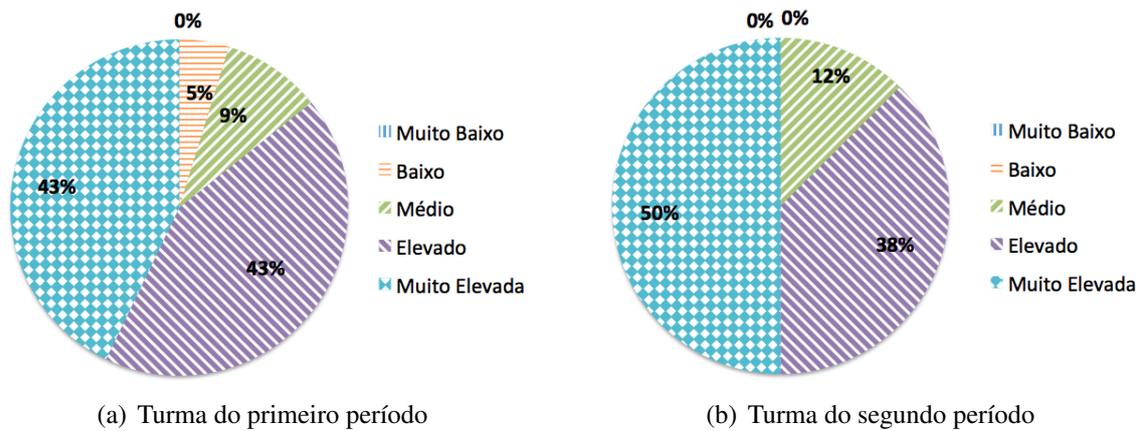


Figura 7: Grau em que a atividade Explorador foi capaz de motivar e/ou estimular o interesse em programação

les também sugeriram a criação de uma disciplina que trabalhasse a programação com a robótica.

Além disso, muitos alunos afirmaram gostar da abordagem proposta, considerando-a bastante didática e capaz de aumentar o nível de atenção deles. Isso porque eles passam a utilizar os conhecimentos aprendidos em aula para solucionar problemas práticos, mais próximos da realidade e de forma tangível, podendo ver o robô executar o código por eles programado. Muitos afirmaram também que consideraram a abordagem uma forma interessante de desenvolver o raciocínio, bastante lúdica e estimulante pois os motiva a estudar disciplinas que, segundo eles, normalmente ocorre de forma monótona.

A Figura 8 — Questão 6 — apresenta o interesse apontado pelos alunos na disciplina de programação. Assim, pode-se perceber que os alunos têm um alto grau de interesse em programação, o que pode contribuir para que eles se sintam motivados a solucionar os problemas propostos, mesmo quando esses possuem um grau razoável de dificuldade.

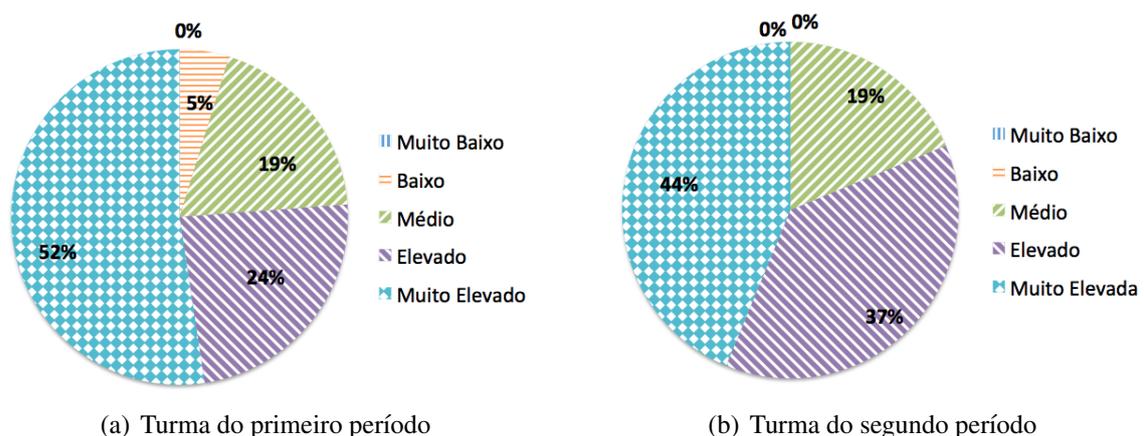


Figura 8: Grau de interesse apontado pelos alunos que realizaram a atividade Explorador na disciplina de programação

6. Conclusões e Trabalhos Futuros

Nesse trabalho é realizado um estudo sobre a utilização da robótica como uma ferramenta que auxilie o ensino de disciplinas de programação, contribuindo para motivar os alunos e facilitar o aprendizado, permitindo também que eles tenham uma vivência da importância dessas disciplinas por meio da resolução de problemas mais próximos da realidade. Com base na avaliação dos questionários, constatou-se que a utilização da robótica no ensino de programação realmente apresenta um impacto positivo sobre os alunos, fazendo-se um forte fator motivador e/ou estimulador sobre eles. Esse impacto positivo é um indício de que técnicas utilizando robótica devem ser mais exploradas em pesquisas posteriores no âmbito do aprendizado.

Futuramente serão realizados estudos sobre a utilização da robótica como uma ferramenta que de apoio ao ensino de disciplinas de física, também estudadas tanto por alunos de computação quanto por alunos de engenharia, e nas quais o interesse costuma ser baixo, propondo atividades que abordem conceitos adquiridos em aulas dessa disciplina e observando seu impacto sobre os alunos. Pretende-se também investigar a utilização da robótica na área de Inteligência Artificial para simulação de algoritmos de busca heurística.

Referências

- [1] Benitti, F. B. V., Vahldick, A., Urban, D. L., Krueger, M. L., and Halma, A., “Experimentação com Robótica Educativa no Ensino Médio: ambiente, atividades, resultados,” *XV Workshop de Educação em Computação, Bento Gonçalves, RS*, 2009.
- [2] Rapkiewicz, C. E., Falkembach, G., Seixas, L., dos Santos Rosa, N., da Cunha, V. V., and Klemann, M., “Estratégias Pedagógicas no Ensino de Algoritmos e Programação Associadas ao Uso de Jogos Educacionais,” 2006.
- [3] Junior, R. M. C., “Como Ensinar Programação?” *Informática - Boletim Informativo*, 2002.
- [4] Borges, M. A. F., “Avaliação de uma Metodologia Alternativa para a Aprendizagem de Programação,” *VIII Workshop de Educação em Computação, Curitiba, PR*, 2000.
- [5] Junior, J. C. R. P. and Rapkiewicz, C. E., “O Processo de Ensino e Aprendizagem de Algoritmos e Programação: Uma Visão Crítica da Literatura,” *Workshop de Educação em Informática de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG*, 2004.
- [6] de Souza Pio, J. L., de Castro, T. H. C., and de Castro Júnior, A. N., “A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio à Aprendizagem da Computação,” *XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*, 2006.
- [7] Gomes, M. C., *Reciclagem Cibernética e Inclusão Digital: Uma Experiência em Informática na Educação*, 2007.