

A Robótica como Ferramenta de Apoio ao Ensino de Disciplinas de Programação em Cursos de Computação e Engenharia

Paula Ceccon Ribeiro¹, Carlos Bazílio Martins¹, Flávia Cristina Bernardini¹

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

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

Abstract. *This paper describes a study that uses robotics in higher education level as a tool to support teaching of programming subjects that motivates and stimulates the interests of the students through more dynamic practices suggested by this robotics approach. The approach evaluation has been realized in a federal university in the state of Rio de Janeiro with students in programming disciplines.*

Resumo. *Este trabalho apresenta um estudo da utilização da robótica no âmbito educacional superior, como ferramenta de apoio ao ensino de disciplinas de programação que motive e estimule o interesse dos alunos por meio das práticas mais dinâmicas sugeridas por esta abordagem. A avaliação desta abordagem foi realizada em uma universidade federal brasileira com alunos do primeiro e segundo períodos nas disciplinas de programação.*

1. Introdução

A robótica educacional é uma área de pesquisa que vem crescendo notoriamente. O Dicionário Interativo da Educação Brasileira¹ define a Robótica Educacional como um termo utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem, os quais reúnem materiais de sucata ou kits de montagem, compostos por diversas peças, motores e sensores, controlados por computador e softwares, permitindo programar, de alguma forma, o funcionamento dos robôs.

A utilização da robótica em âmbito educacional se faz interessante por possuir um caráter multidisciplinar, uma vez que requer conhecimentos de programação, matemática, física e mecânica, dentre outros [Vahldick et al. 2009, Santos and Menezes 2005, Oliveira 2007]. Além disso, a robótica pode ser utilizada para motivar e despertar o interesse dos alunos em disciplinas muitas vezes consideradas de difícil entendimento, como, por exemplo, as de programação, devido ao alto índice de abstração exigido [Benitti et al. 2009]. Dessa forma, permite-se que os alunos possam aplicar os conhecimentos adquiridos, construindo programas para problemas reais, estimulando a criatividade e colocando-os no centro do processo de aprendizagem. Esse processo de construção faz com que os alunos busquem soluções para os problemas propostos, não

¹www.educabrasil.com.br

mais tendo o professor como única fonte de conhecimento [Santos and Menezes 2005, Romão and Sacchelli 2009].

Este trabalho tem como objetivo investigar a validade e viabilidade 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 robótica ameniza a dificuldade já que esta abordagem oferece práticas mais dinâmicas na interação dos alunos com o processo de desenvolvimento do programa. A avaliação do uso da robótica nessas disciplinas foi realizada através de experimentos 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, bem como alguns problemas que dificultam o aprendizado de disciplinas de programação. Nessa seção também são mostradas algumas potencialidades da utilização da robótica para amenizar esses problemas. Na Seção 3 são apresentados alguns trabalhos relacionados a este trabalho. Na Seção 4 tem-se a metodologia de avaliação da proposta de estudo apresentada. Nas Seções 5 e 6, são apresentados, respectivamente, o estudo de caso realizado e os resultados obtidos. Finalmente, a Seção 7 conclui este trabalho, resumizando contribuições e apresentando possíveis trabalhos futuros.

2. Educação e Robótica

A disciplina de programação é considerada a base para o curso de Ciência da Computação, fazendo parte também do plano curricular de outros cursos, como os de Engenharia, por exemplo. Esta disciplina aborda os princípios de lógica de programação, com o intuito 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. Esta disciplina costuma apresentar altos índices de evasão e reprovação, sendo um dos gargalos existentes nos cursos de graduação na área de computação e engenharias. Esse problema é ainda mais grave no curso de computação, dificultando ou até mesmo impedindo a continuidade dos alunos no curso [Rapkiewicz et al. 2006].

Alguns motivos apontados como causadores deste problema são:

1. Dificuldade dos alunos em desenvolver o raciocínio lógico, pois estão acostumados a decorar o conteúdo [Junior 2002];
2. Falta de motivação do aluno gerada pelo despreparo e o desânimo. Isso normalmente ocorre quando ele acredita que a disciplina constitui um obstáculo extremamente difícil de ser superado [Junior 2002];
3. Falta de clareza para o aluno da real utilidade da disciplina e se eles realmente utilizarão aquele conteúdo na vida profissional [Borges 2000];
4. Dificuldades em assimilar as abstrações envolvidas [Junior and Rapkiewicz 2004].

Outro fator, apresentado por diversos autores, que dificulta a aprendizagem dos alunos ou faz com que estes não tenham o interesse necessário em determinadas disciplinas se deve ao modelo pedagógico utilizado em muitas instituições de ensino, no

Brasil e no mundo, que ainda se fundamentam no modelo instrucionista. Tal modelo possui como principal premissa o professor pautado somente como transmissor do conhecimento, sendo este o centro das relações entre o conhecimento e o aluno [Moretto 2000].

Uma proposta que visa superar as limitações impostas pelo instrucionismo é o construtivismo. Nessa proposta, o professor tem como função não mais ser apenas um transmissor do conhecimento, mas sim um facilitador no processo de aprendizagem. Aqui, o foco principal passa a ser o aluno e não mais o professor [Romão and Sacchelli 2009]. Nesse método, o docente passa a ter como função orientar os estudantes na busca do objetivo desejado, levando em consideração as estruturas cognitivas de cada um, o que torna o método pedagogicamente mais complexo que o modelo clássico instrucionista [Machado and Maia 2004].

A Tabela 1 compara as características do modelo tradicional com as do modelo construtivista.

Tabela 1. Comparação entre Salas de Aula Tradicionais e Construtivistas [Machado and Maia 2004]

Sala de Aula Tradicional	Sala de Aula Construtivista
Estudantes fundamentalmente trabalham sozinhos.	Estudantes fundamentalmente trabalham em grupos.
O acompanhamento rigoroso do currículo pré-estabelecido é altamente valorizado.	Busca pelas questões levantadas pelos alunos é altamente valorizada.
As atividades curriculares baseiam-se fundamentalmente em livros-texto e exercícios.	As atividades baseiam-se em fontes primárias de dados e materiais manipuláveis.
Avaliação da aprendizagem é vista como separada do ensino e ocorre, quase que totalmente, através de testes.	Avaliação da aprendizagem está interligada ao ensino e ocorre através da observação do professor sobre o trabalho dos estudantes.

Utilizar a robótica no meio educacional permite uma maior interação professor/aluno, permitindo que estes experimentem um aprendizado constante por meio de busca e investigação. Assim, tem-se que a robótica pode ser utilizada como meio de implementar a proposta construtivista. 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 [de Souza Pio et al. 2006].

Existem cinco vantagens em se aliar robótica à educação [Gomes 2007]. São elas:

- Transforma a aprendizagem em algo motivador;
- Permite aos alunos testarem em um equipamento físico o que aprenderam utilizando programas modelos que simulam o mundo real;
- 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;

- Desenvolve o raciocínio e a lógica na construção de algoritmos e programas para controle de mecanismos;
- Favorece a interdisciplinaridade, integrando conceitos de diferentes áreas, tais como: matemática, física, eletrônica, mecânica e arquitetura.

Já [do Rocio Zilli 2004] salienta que a robótica educacional potencializa as seguintes capacidades: raciocínio lógico; habilidades manuais e estéticas; relações interpessoais e intrapessoais; utilização de conceitos adquiridos em diferentes áreas do conhecimento para o desenvolvimento de projetos; investigação e compreensão; representação e comunicação; trabalho com pesquisa; resolução de problemas por meio de erros e acertos; aplicação das teorias formuladas a atividades concretas; utilização da criatividade em diferentes situações; capacidade crítica.

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 [Benitti et al. 2009].

3. Trabalhos Relacionados

No que tange à utilização da robótica como ferramenta de apoio ao ensino, existem alguns trabalhos sendo desenvolvidos em universidades e escolas. Além disso, existem diversas empresas que comercializam produtos e serviços na área de robótica, apresentando propostas de uso tanto para fins educacionais quanto para entretenimento. A seguir são apresentados alguns destes trabalhos.

No trabalho [de Souza Pio et al. 2006] é realizado um estudo de caso da utilização da robótica no ensino de graduação. Durante um período letivo em uma Instituição Federal do Ensino Superior (IFES), foram acompanhadas todas as atividades da disciplina de “Robótica Móvel” oferecida em alguns cursos de graduação. Nessa disciplina, são realizados vários trabalhos práticos por alunos de cursos diferentes, de forma a estimular a cooperação entre eles. Ao fim do curso é realizada uma competição, com o intuito de estimular a criatividade dos alunos. Os autores notaram uma forte colaboração entre os alunos, principalmente após a construção física do robô. Relataram também que os alunos descreveram que, por meio da utilização dessa metodologia, passaram a enxergar os erros que cometiam na programação do robô não mais como um impedimento à realização da tarefa, mas sim como um desafio.

Em [Benitti et al. 2009] é realizado um estudo da utilização da robótica, para alunos do Ensino Médio, como ferramenta de apoio ao ensino das disciplinas de Geografia, Matemática e Programação de Computadores. Para a realização das atividades, foi utilizada uma *Integrated Development Environment* (IDE) chamada RoboMind², que foi adaptada para permitir a programação em português, bem como a transferência de um programa escrito nessa IDE para o robô utilizado. Esta versão adaptada foi nomeada RoboMindFURB. Para verificar se a utilização da robótica auxiliou no aprendizado dos alunos, foi realizado um pré-teste e um pós-teste, sendo constatado que, após a realização

²Disponível em <http://www.robomind.net/>

dos experimentos, o índice de acertos das questões propostas aumentou. Foi também constatado um forte fator motivador da utilização da robótica em âmbito educacional.

Outro trabalho interessante é o [Romão and Sacchelli 2009], nos quais os autores propõem a utilização da robótica como uma ferramenta de auxílio ao ensino da Física no Ensino Médio. Na realização do estudo de caso os alunos foram divididos em grupos. Após a apresentação da linguagem de programação a ser utilizada e da discussão teórica do assunto a ser abordado, os alunos trabalharam conceitos da Física tais como velocidade, queda livre e movimento oblíquo, por meio da programação de robôs.

Um fato que se faz notável é que, dentre os trabalhos descritos acima, existem algumas características que se fazem sempre presentes, como o trabalho em equipe, por exemplo. Porém, dentre as pesquisas realizadas neste campo, muitas abordam a utilização da robótica como ferramenta de apoio ao ensino tendo como foco o segundo grau, sendo poucos os trabalhos encontrados que estudam a utilização desta no ensino superior e, mais especificamente, como ferramenta de auxílio ao ensino de disciplinas de programação.

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

Para avaliar o uso da robótica em disciplinas de programação, é necessário realizar experimentos com turmas de programação. É interessante que a turma esteja em final de período, com suas ementas abordadas em quase que sua totalidade, para avaliar o impacto dessa abordagem construtivista, que utiliza robótica educacional. Para avaliar o uso da robótica, é também interessante avaliar a dificuldade de aplicação dos conceitos aprendidos para programação de um robô. Dessa maneira, são necessárias aulas teóricas para apresentação do ambiente de programação, e aulas práticas para resolverem problemas de programação do robô. Em nosso trabalho, nas aulas teóricas foram apresentadas a linguagem de programação, a biblioteca e o robô a serem utilizados pelos alunos, além de apresentar a tarefa a ser executada. Nas aulas práticas, é esperado que os alunos dividam-se em grupos de 3 (três) a 5 (cinco) 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, do ponto de vista dos alunos.

Para a avaliação descrita, foi utilizada a linguagem de programação Java, o kit de robótica Mindstorms NXT 2.0³ e a biblioteca leJOS⁴. O Mindstorms NXT 2.0 é um kit de robótica comercializado pela empresa dinamarquesa LEGO⁵, voltado para educação, permitindo aos usuários criarem suas próprias invenções, como humanoides, veículos e animais. É composto por várias peças encaixáveis, três tipos de sensores, três motores e um controlador central (NXT). Cada um destes componentes possui suas funcionalidades específicas: os sensores são responsáveis pela coleta de informação junto ao meio externo; os motores são responsáveis por movimentar a estrutura da montagem; e o controlador central (NXT) atua como o “cérebro” do robô, recebendo os programas a serem

³<http://mindstorms.lego.com>

⁴Disponível em <http://lejos.sourceforge.net/index.php>

⁵<http://www.lego.com/>

executados.

O leJOS é um projeto *open source* criado por José Solórzano, no fim de 1999, e atualmente mantido por Paul Andrews e Jurgen Stuber, 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*⁶ 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 leJOS possui versões para Windows, Linux e Mac, e conta com plug-ins que permitem o desenvolvimento de programas por meio das IDEs Netbeans⁷ e Eclipse⁸. Além disso, o leJOS disponibiliza ao usuário diversas bibliotecas que permitem o controle dos sensores e motores do robô, bem como a programação baseada em comportamentos, entre outras funções de alto nível.

5. Estudo de Caso

O estudo foi realizado em uma universidade federal brasileira, em dois momentos. Num primeiro momento, o experimento foi realizado com uma turma de programação no primeiro período, composta por alunos de computação, e outra, num segundo momento, com uma turma no segundo período, mista de alunos de computação e de engenharia de produção, tendo estas 14 e 17 alunos participantes, respectivamente.

O objetivo do experimento realizado no primeiro momento foi colocar em prática alguns conhecimentos obtidos na disciplina de Programação de Computadores I, no primeiro período, tais como estruturas de repetição (“for”) e condição (“if”). A tarefa proposta consiste em programar o robô de forma que, a partir de qualquer posição inicial, ele realize uma caminhada, explorando a área onde ele se encontra. Este robô está munido de um sensor de toque em sua parte inferior, que identifica colisão com algum objeto, e um sonar em seu topo, que calcula a distância a outros objetos. O robô deve se comportar da seguinte maneira:

- Inicialmente, o robô se move 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 “maior 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 mostra um exemplo de caminho a ser seguido pelo explorador. Nesta imagem, o robô se encontra em uma sala retangular. As paredes e os quadrados representam os obstáculos que o robô pode encontrar. Assim, quando ele encontra um obstáculo ele para e realiza o procedimento descrito anteriormente, escolhendo por seguir na direção com maior caminho livre.

No experimento realizado no segundo momento foi repetida a tarefa do primeiro momento com uma turma de programação no segundo período, e, após a realização desta,

⁶<http://tinyvm.sourceforge.net/>

⁷Disponível em <http://netbeans.org/>

⁸Disponível em <http://www.eclipse.org/>

por eles. As respostas das questões fechadas do questionário aplicado são apresentados nos gráficos das Figuras 2, 3 e 4. A Figura 2 — Questão 7 — apresenta a opinião dos alunos sobre a capacidade desta abordagem de motivar e/ou estimular seu interesse em programação. Já a Figura 3 — Questão 1 — mostra a opinião dos alunos em relação ao grau de dificuldade da tarefa proposta. 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, *i.e.*, mesmo sendo um problema razoavelmente difícil, eles se motivam a resolvê-lo.

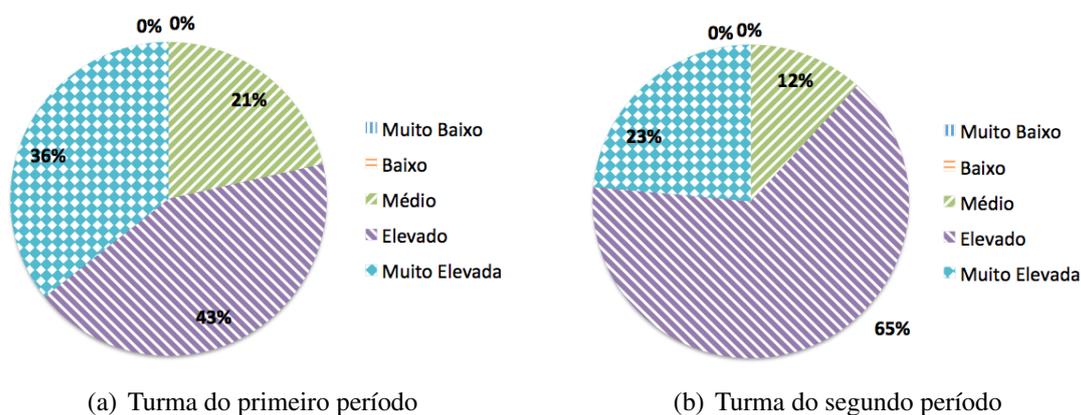


Figura 2. Grau em que a tarefa foi capaz de motivar e/ou estimular o interesse em programação

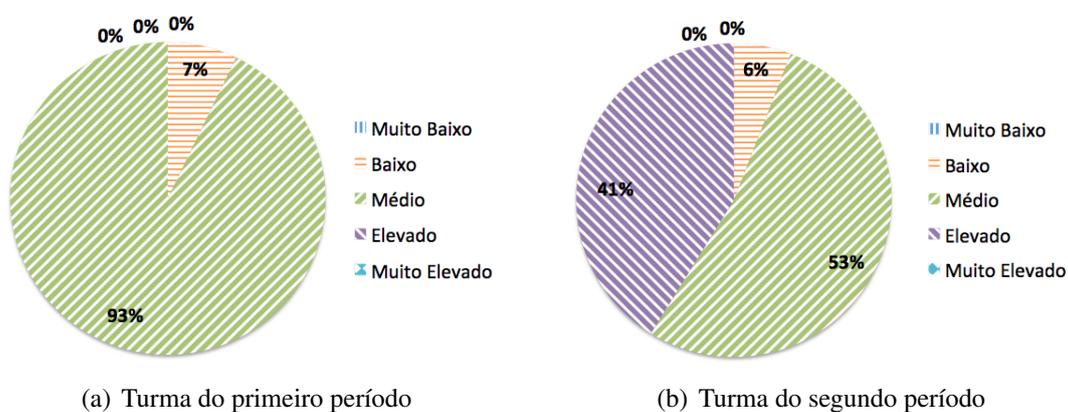


Figura 3. Grau de dificuldade da tarefa proposta

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 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 na 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 4 — 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.

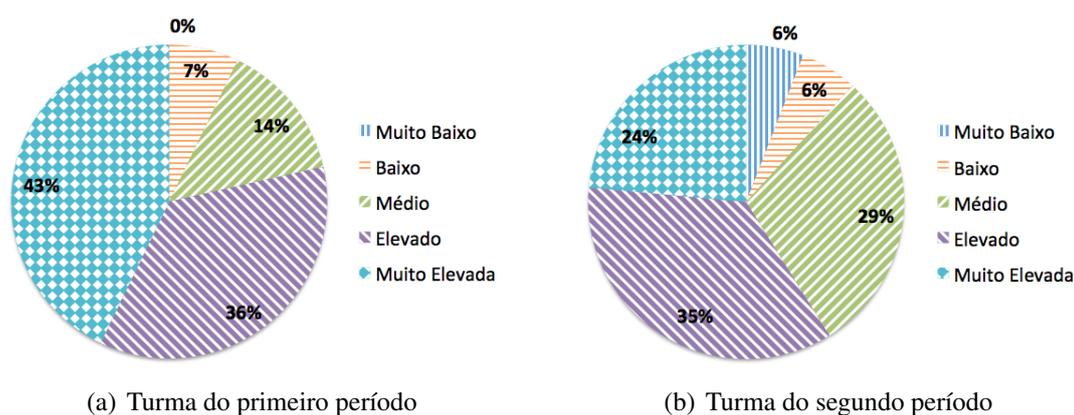


Figura 4. Grau de interesse apontado pelos alunos na disciplina de programação

7. Conclusões e Trabalhos Futuros

Neste trabalho foi realizado um estudo sobre o impacto da utilização da robótica em âmbito educacional superior como ferramenta de apoio ao ensino de disciplinas de programação. 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 os alunos. Esse impacto positivo é um indício de que técnicas utilizando robótica devem ser mais exploradas em pesquisas posteriores no âmbito do aprendizado.

Como trabalho futuro, pretende-se ampliar esse estudo, realizando-se novas atividades com outras turmas, explorando outros conteúdos da disciplina de programação, como estruturas de dados, por exemplo. Pretende-se também investigar a utilização da robótica na área de Inteligência Artificial, simulando algoritmos de busca em largura e em profundidade, por exemplo, e investigar a utilização da robótica como ferramenta

de auxílio ao ensino da física em âmbito educacional superior, nos mesmos cursos de computação e engenharia de produção, nos quais o interesse nas disciplinas de física costuma ser baixo, em geral.

Referências

- Benitti, F. B. V., Vahldick, A., Urban, D. L., Krueger, M. L., and Halma, A. (2009). Experimentação com robótica educativa no ensino médio: ambiente, atividades, resultados. In *XV Workshop de Educação em Computação, Bento Gonçalves, RS*.
- Borges, M. A. F. (2000). Avaliação de uma metodologia alternativa para a aprendizagem de programação. In *VIII Workshop de Educação em Computação, Curitiba, PR*.
- de Souza Pio, J. L., de Castro, T. H. C., and de Castro Júnior, A. N. (2006). A robótica móvel como instrumento de apoio à aprendizagem da computação. In *XVII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- do Rocio Zilli, S. (2004). A robótica educacional no ensino fundamental: Perspectivas e prática.
- Gomes, M. C. (2007). *Reciclagem Cibernética e Inclusão Digital: Uma Experiência em Informática na Educação*.
- Junior, J. C. R. P. and Rapkiewicz, C. E. (2004). O processo de ensino e aprendizagem de algoritmos e programação: Uma visão crítica da literatura. In *Workshop de Educação em Informática de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG*.
- Junior, R. M. C. (2002). Como ensinar programação? *Informática - Boletim Informativo*.
- Machado, F. B. and Maia, L. P. (2004). Um framework construtivista no aprendizado de sistemas operacionais - uma proposta pedagógica com o uso do simulador sosim. In *XII Workshop de Educação em Computação*.
- Moretto, V. P. (2000). *Construtivismo: a produção do conhecimento em aula*, volume 2. DP&A.
- Oliveira, R. (2007). A robótica na aprendizagem da matemática: Um estudo com alunos do 8º ano de escolaridade. Dissertação de Mestrado em Ensino da Matemática.
- Rapkiewicz, C. E., Falkembach, G., Seixas, L., dos Santos Rosa, N., da Cunha, V. V., and Klemann, M. (2006). Estratégias pedagógicas no ensino de algoritmos e programação associadas ao uso de jogos educacionais.
- Romão, L. M. and Sacchelli, C. M. (2009). Uma proposta construtivista na aprendizagem dos conceitos da física com o auxílio da robótica educacional. In *XV Workshop de Educação em Informática, Bento Gonçalves, RS*.
- Santos, C. F. and Menezes, C. S. (2005). A aprendizagem da física no ensino fundamental em um ambiente de robótica educacional. In *XXV Congresso da Sociedade Brasileira de Computação, São Leopoldo, RS*.
- Vahldick, A., Benitti, F. B. V., Urban, D. L., Krueger, M. L., and Halma, A. (2009). O uso do lego mindstorms no apoio ao ensino de programação de computadores. In *XV Workshop de Educação em Computação, Bento Gonçalves, RS*.