
A Robótica Móvel como Instrumento de Apoio à Aprendizagem de Computação

José Luiz de Souza Pio, Thais Helena Chaves de Castro, Alberto Nogueira de Castro Júnior

Departamento de Ciência da Computação – Universidade Federal do Amazonas (UFAM)
Av. Gal. Rodrigo O. J. Ramos, 3000 – Setor Sul, Bloco M – 69077-900 – Manaus – AM – Brasil

{josepio, thais, albertoc}@dcc.ufam.edu.br

Abstract. *In this paper we discuss the use of robotics as supporting tool for learning computing foundations, methods and applications. After setting the current scenario, we describe a case-study from a robotics course aimed at computing students at undergraduate level in a well-known Higher Education Federal Institution, describing the main components of the methodological model used. The resulting observations give basis to a scheme integrating robotics into the introductory computing courses that have been implemented in our own institution.*

Resumo. *Este trabalho discute a utilização da robótica como instrumento de apoio à aprendizagem de fundamentos, métodos e aplicações da computação. Após situar o cenário atual, descrevemos um caso de estudo com uma disciplina de robótica oferecida para alunos de vários cursos da área de graduação em uma conceituada IFES, descrevendo os principais elementos do modelo metodológico utilizado. As observações realizadas fundamentam um esquema de integração da robótica às disciplinas introdutórias em cursos de computação atualmente em fase de implementação em nossa instituição.*

Palavras-chave: aprendizagem de computação, robótica móvel na educação

1. Introdução

A Robótica é definida como a ligação inteligente entre a percepção e a ação. Trabalhar em Robótica significa estudar, projetar e implementar sistemas ou dispositivos que, com a utilização de percepção e de certo grau de “inteligência”, sejam úteis na realização de uma determinada tarefa, pré-definida ou não, que envolva interação física entre o sistema (ou dispositivo) e o meio onde a tarefa está sendo realizada.

Um robô móvel é um agente autônomo capaz de extrair informações do ambiente e utilizar esse conhecimento do mundo para deslocar-se com segurança de modo significativo e intencional, atuando e executando tarefas. Os robôs móveis são muito mais versáteis, pois não precisam estar fixados a uma célula de trabalho como os robôs industriais convencionais, sendo utilizados em tarefas onde não existam limites geográficos, movimentando-se por meio de pernas, rodas, esteiras, por empuxo ou flutuação.

No contexto educacional, a utilização da robótica pode ampliar significativamente a gama de atividades que pode ser desenvolvidas e promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento. A construção de um novo mecanismo, ou a busca pela solução de um novo problema obriga o aluno a questionar professores das diversas disciplinas ou a consultar especialistas fora do ambiente escolar. A robótica tem, em tal contexto, um grande potencial como ferramenta multidisciplinar, religando fronteiras anteriormente estabelecidas entre várias disciplinas, possibilitando aos alunos ter uma vivência, na prática, do método científico, simulando mecanismos do cotidiano, através da construção de maquetas controladas pelo computador.

Na computação, grande parte do esforço de professores e alunos está na construção das habilidades necessárias para a produção de software. Contudo, os artefatos de software produzidos ao longo de um curso de graduação, só iniciam a ter a forma de um produto real, após a passagem por várias disciplinas tratando do desenvolvimento e análise de algoritmos e técnicas de programação – onde pouco do que é construído faz parte do mundo físico e tangível em que vivemos. A integração da robótica nessa etapa da formação dos profissionais de computação, possibilitando a transposição dos artefatos conceituais em elementos físicos cuja atuação no mundo pode ser adequadamente programada, é o foco desse trabalho. Na próxima seção discutimos o uso da robótica na educação em geral e, especialmente em computação. Na Seção 3 descrevemos um caso de estudo no uso de robótica por alunos dos cursos de computação e das engenharias, especialmente o esquema metodológico aplicado na disciplina. Unindo tal esquema com um contexto de aprendizagem de programação que utiliza o paradigma funcional, na Seção 4 é apresentado um esquema de integração da robótica às disciplinas introdutórias de computação, em fase de implantação em nossa IFES.

2. A Robótica como Instrumento de Ensino e Aprendizagem

A Robótica como disciplina técnica tem aparecido de forma muito freqüente nos currículos escolares. Seus defensores afirmam que a utilização desta disciplina na escola desenvolve nos alunos habilidades e características eficientes para a solução de problemas em equipe e o interesse pela Ciência. Em nível de graduação, segundo [Leska 2004] há indícios de que a robótica tem sido uma ferramenta educacional eficiente para o ensino. A seguir apresentamos alguns trabalhos de diferentes naturezas que representam o estado da arte no uso da robótica na educação.

Em um projeto de uso da tecnologia por crianças com habilidades diferentes, descrito em [Lund e Marti 2005], é utilizado o esquema didático de “ciclos de projetos”, onde são proporcionadas interações contínuas entre todas as atividades centrais (observação e análise, projeto conceitual, prototipagem, desenvolvimento e avaliação) através de uma série de ciclos de desenvolvimento contínuos.

Essa metodologia pode ser associada ao uso de blocos de montar inteligentes, ou I-Blocks (Intelligent Building Blocks) como são mais conhecidos. A vantagem é que o foco dos projetos, ao aliar as estruturas físicas às estruturas funcionais, possibilita a investigação nos moldes do conceito “*programming by building*”, no qual a

programação de um comportamento específico consiste apenas na construção de estruturas físicas conhecidas para expressar aquele comportamento.

Um outro trabalho interessante é descrito em [Blank et al 2003]. Trata-se de um ambiente de programação intitulado Pyro, desenvolvido para funcionar com robôs tipo LEGO, sem a preocupação com o projeto eletro-mecânico. O Pyro baseia-se nos seguintes pressupostos: (i) o sistema precisa ser simples o suficiente para que alunos iniciantes possam utilizá-lo; (ii) oferece um paradigma de programação orientado a objetos; (iii) é multiplataforma; (iv) permite a exploração de diferentes paradigmas e metodologias de controle de robôs; (v) mantém-se útil conforme o aluno ganha mais experiência; (vi) é extensível; (vii) permite a criação de visualizações amigáveis; e (viii) é *opensource*.

Para verificar sua usabilidade por estudantes novatos em Ciência da Computação, o Pyro foi utilizado em uma disciplina de graduação por um semestre letivo. A turma possuía alunos com diversos graus de experiência, compreendendo desde quem nunca havia programado até alunos bem experientes, embora nenhum dos alunos possuísse experiência com a linguagem utilizada pelo Pyro (Python). O resultado geral (conforme descrição em [Blank et al 2003]) foi satisfatório, pois os alunos compreenderam rapidamente como utilizar a linguagem Python e rapidamente puderam trabalhar aspectos avançados de Inteligência Artificial e Robótica.

Ainda outra linha de curso de robótica é a descrita em [Leska 2004], como uma disciplina básica para cursos de graduação em matemática e ciências naturais. No artigo, o autor apresenta a maneira como o kit LEGO MindStorms é utilizado na disciplina. Basicamente, uma aula típica envolve alguma instrução sobre programação, uma breve discussão sobre o projeto do dia e o desenvolvimento de programas para atingir os objetivos. Em seguida, os alunos vão ao laboratório experimentar seus programas nos robôs. Após a aula, os alunos escrevem um relatório contendo lições aprendidas ou quaisquer questionamentos a respeito do projeto.

A maneira de se programar, estreitamente ligada à linguagem utilizada, varia em cada uma das iniciativas.

Dos trabalhos como os descritos aqui, pode-se perceber que há alguns elementos comuns às diferentes iniciativas de uso de robótica no apoio à aprendizagem de computação: o desenvolvimento baseado em projetos, o trabalho em equipes e a integração à aprendizagem de programação são exemplos claros. Por outro lado, um aspecto com característica transversal à várias dessas iniciativas é a utilização de “kits” de robótica, contendo um conjunto básico de componentes de montagem, software e controle. Um dos mais populares dentre tais kits é descrito na seção seguinte.

2.1 Conjunto LEGO MindStorms

O LEGO MindStorms é um conjunto de robótica, voltado para a educação, que permite ao usuário criar suas invenções usando as peças LEGO que incluem os blocos de montar, engrenagens, motores, sensores, polias e a interface RCX™. O RCX é um microprocessador que atua como cérebro do robô. A programação do robô é feita nos computadores usando o programa RCX Code (já incluso no kit) ou o ROBO LAB (adquirido à parte - versão educacional em português).

O microprocessador RCX em formato de tijolo LEGO é o cérebro das produções. Ele recebe programas do RCX Code (Software do MindStorms) ou do ROBO LAB (Software da LEGO Dacta). O RCX executa os programas quando ativado. Até 3 dispositivos de entradas (Input sensors) podem ser ligados ao RCX para reagir ao ambiente, para, em seguida, ativar as 3 saídas (output devices) que podem ser ligadas a motores, lâmpadas, buzinas, etc.

A LEGO Dacta propõe 3 fases para o trabalho com seu material LEGO:

1. Exploração: Introdução a um novo assunto. O professor explica um conceito (por exemplo, engrenagens) e os alunos constroem modelos simples usando engrenagens. Esta fase é uma combinação de teoria e prática, onde os alunos estarão formando estruturas básicas de conhecimento sobre o assunto.
2. Investigação: O vínculo ao mundo real. Os alunos constroem e operam modelos em pequena escala, simulando a maquinaria da vida real colocando, em nosso exemplo, o conceito de engrenagens num contexto real. Esta fase é uma simulação da vida real em micro escala, e é onde os estudantes irão praticar e desafiar seus conhecimentos.
3. Solução de problemas: A fase final é a que combina conhecimento, criatividade e habilidades. Os estudantes desenham soluções práticas para problemas da vida real. Esta é a fase onde os estudantes irão desafiar seus conhecimentos e tornar a solução do problema orientada.

3. Um Caso de Estudo em Robótica Móvel no Ensino de Graduação

Durante os últimos dez anos, VerLab tem possibilitado a utilização de elementos de robótica em várias disciplinas para o ensino de graduação daquela instituição, onde alguns dos procedimentos utilizados foram considerados bem sucedidos. Nossa participação no VerLab possibilitou o acompanhamento de algumas dessas ações, a análise dos procedimentos e um caso de estudo discutido a seguir.

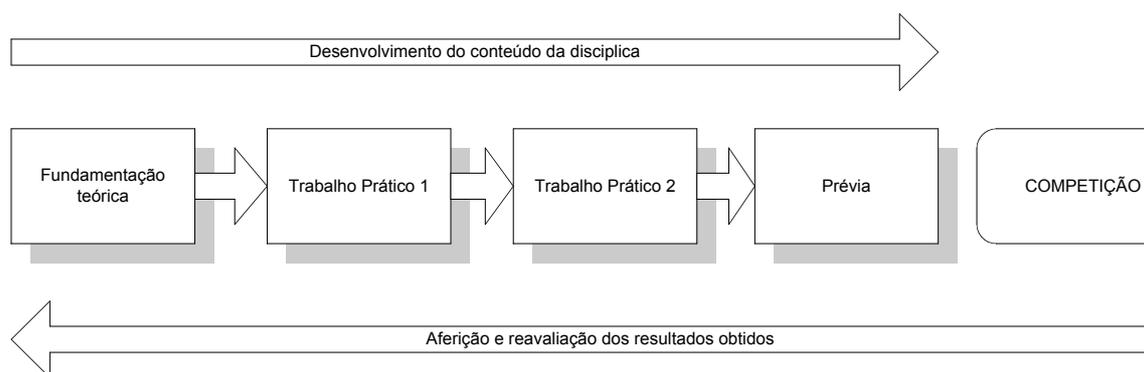


Figura 1 – Esquema da metodologia desenvolvida para a disciplina Robótica Móvel.

A disciplina *Robótica Móvel* é desenvolvida segundo a metodologia representada pelo esquema da Figura 1. O objetivo dos trabalhos práticos é proporcionar ao aluno a experiência de projetar, construir e integrar um sistema complexo funcional, que deve interagir adequadamente com o mundo real (dinâmico e parcialmente estruturado). O trabalho é realizado por grupos de alunos de cursos diferentes, como forma de estimular a cooperação. Ao final do curso os alunos são envolvidos em uma competição, como forma de estimular a criatividade e buscar um melhor desempenho para o robô projetado.

Os trabalhos práticos (TP) 1 e 2, conforme mostrado na Tabela 1, apresentam níveis de complexidade diferentes, aumentando do primeiro para o segundo, proporcionando que os alunos dominem as técnicas básicas, para posteriormente, refiná-las e testarem no TP 3.

Tabela 1 - Progressão dos Trabalhos Práticos

TP	Objetivo	Requisitos
1	Familiarização do aluno com o ambiente LEGO	Montagem mecânica do robô, seu travamento estrutural, o posicionamento dos motores e a utilização de sensores de toque. O resultado deste trabalho prático é um robô reativo.
2	Desenvolvimento de aplicações multitarefa	Montagem mecânica do robô, seu travamento estrutural, o posicionamento dos motores e a utilização de sensores de toque. O resultado deste trabalho prático é um robô reativo.
3	Levantamento das necessidades dos robôs para a competição	Testes estruturais e de velocidade.

A Competição

A aferição da competência de cada robô é simulada por meio de uma competição, realizada em diversas partidas entre dois robôs. O objetivo da competição é o de se recolher e formar o maior número binário possível. Apenas a título de informação, os dígitos são representados por blocos de isopor ou espuma (blocos com cores distintas - vermelha e verde - para representar 0's ou 1's). As partidas são disputadas em um campo pré-determinado.

Todo o material a ser utilizado na construção dos robôs é fornecido aos alunos. As funcionalidades básicas que cada robô deverá demonstrar incluem :

- Explorar diversas capacidades sensoriais.
- Controlar corretamente sua velocidade, posição e orientação.
- Navegar em ambientes estruturados.
- Coletar objetos de interesse.
- Executar eficientemente planos e estratégias.

Ao final da competição os alunos terão aprimorado seus conhecimentos de robótica em geral, e em particular eletricidade, eletrônica, mecânica, controle e computação e ainda serão capazes de ter uma noção correta da distância entre “abstrações teóricas” e “idiosincrasias do mundo real”.

3.1 Um exemplo de desenvolvimento de projeto de robô

Durante um período letivo, acompanhamos todas as atividades da disciplina “Robótica Móvel”, oferecida aos alunos pelo Departamento de Ciência da Computação no primeiro semestre dos anos letivos aos cursos de Bacharelado em Ciência da Computação, Engenharia de Automação e Controle, Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica. A descrição abaixo é baseada no relatório final de uma equipe acompanhada e ilustra as etapas de desenvolvimento de um robô para a competição.

No Trabalho Prático 1 foi implementado um robô que anda em linha reta até encontrar um obstáculo. Se o sensor da direita for acionado o robô dá uma ré de 0.5 segundo e gira para a esquerda. O giro é feito fazendo a roda direita girar pra frente e a esquerda girar para trás. Essa ação também dura 0.5 segundo e faz com que o robô gire aproximadamente 45 graus sobre o eixo que passa pelo centro geométrico entre as duas rodas.

Se o sensor da esquerda for acionado o procedimento é o mesmo, porém com um giro para a direita. Isso faz com que, teoricamente, o robô desvie do obstáculo. Ainda podem existir situações que o robô não consegue resolver como, por exemplo, o canto de duas paredes que formam 90 graus. O robô fica preso nesse mínimo local.

No Trabalho Prático 2 foram colocados dois sensores LDR (*Light Dependent Resistor* – Resistor dependente da Luz – um transdutor que converte a intensidade de luz em resistência) na frente do robô. Os sensores foram envoltos com tubo preto para melhorar a leitura impedindo a entrada de luz interferente pelos lados e por trás. Foram ligados nas portas analógicas da Handyboard. O robô funciona como o veículo seguidor de luz de Braitenberg. O sensor da direita é “conectado” à roda esquerda e o sensor da esquerda “conectado” à roda direita.

Os dois sensores fazem leituras contínuas das rotações. A potência fornecida à roda é normalizada pela leitura do sensor correspondente, fazendo com que o robô vá em direção à luz. Se o sensor da esquerda enxerga muita luz, fornece mais potência para a roda direita, e vice-versa. Dessa forma o robô vai suavemente de encontro à luz. Antes de começar a tarefa os sensores têm de ser calibrados para minimizar a interferência da luz ambiente. A função **calibra** pede que os sensores sejam colocados de frente para a fonte de luz e depois fora do alcance dela. Isso garante que o robô conheça os valores aproximados de leitura mínima e máxima e otimize o seu movimento. Durante a prévia, o robô teve que demonstrar capacidade de realização de tarefas que serão necessárias durante a competição. O menu oferecido ao usuário durante a prévia continha os seguintes itens:

1- Seguir Linha: Neste item, o robô seguia uma linha utilizando dois sensores infra-vermelhos. A linha possuía aproximadamente 5 centímetros de espessura, e estes sensores estavam colocados na parte de baixo do robô, distantes entre si aproximadamente 4,5 centímetros. O funcionamento do algoritmo baseia-se no tempo em que cada sensor deixou de perceber a linha. Se o sensor da esquerda “sentir” a linha e o da direita não, o robô vira para a direita. Caso contrário, o robô vira para a esquerda.

Caso um determinado sensor não detecta linha, o seu timer é imediatamente disparado, para quando nenhum dos sensores estiverem “sentindo” a linha. O sensor que deixou de percebê-la por mais tempo determina o sentido em que o robô deverá girar.

2- Temporizador: Demonstra a capacidade do robô de executar determinadas tarefas durante um certo período de tempo. Escolhido este item, era fornecido ao usuário a opção de especificar quando tempo o robô realizaria uma tarefa (que neste caso era simplesmente andar). Passado este tempo, o robô parava.

3- Identifica Cor: Neste caso, foi utilizado um sensor infra-vermelho para diferenciar as cores de dois blocos. No caso da prévia, foi utilizado um bloco azul e outro bloco verde, sendo as arestas destes blocos de aproximadamente 6cm. Antes da identificação, era necessário uma calibração. Esta era feita colocando os blocos encostados no robô e em frente ao sensor.

4- Luz de Partida: O robô demonstra capacidade de iniciar sua operação somente quando uma luz no campo se acende. Isto foi feito utilizando um sensor LDR em baixo do robô, com duas camadas de filtro polarizador. A utilização deste filtro se deveu ao fato dele funcionar realmente como um filtro com relação à luz ambiente, o que tornou a diferença entre a medida da luz de partida e a medida da luz ambiente maior.

5- Segue Luz Polarizada: Este foi o modo que o robô apresentou de se localizar no campo. Baseado em dois sensores LDR, utilizando um tipo de “óculos”, era possível identificar a luz polarizada relativa ao nosso lugar de saída. Colocando-se o robô em qualquer lugar do campo, ele detectava esta luz, girava no sentido de apontar para ela, e seguia em frente, utilizando a capacidade multitarefa que o IC e a Handyboard permitem fazer com que o robô siga uma luz e toque uma música simultaneamente.

3.2 Resultados

A disciplina em questão é apresentada na forma de um desafio. Esse tipo de abordagem apresenta algumas vantagens, como uma desacomodação dos conceitos formados até então pelos alunos (uma vez que deverão refletir sobre como construir protótipos funcionais), resultando em um desenvolvimento mais sólido de conceitos lógicos, matemáticos e mecânicos. Uma outra vantagem está na própria natureza do trabalho em grupo, em que o papel de cada aluno no grupo se distribui de forma natural e espontânea. Na medida em que o trabalho se desenvolve, esses papéis podem se alternar, de forma a convergirem para a solução dos problemas surgidos.

Ao longo da disciplina, foram disponibilizados espaços para os alunos expressarem suas opiniões sobre cada etapa do projeto, além do relatório final, onde os alunos poderiam descrever as lições aprendidas e seus questionamentos ainda não respondidos ou não contemplados na disciplina.

Pudemos notar a colaboração, principalmente, após a construção física do robô. No momento da programação, os mais experientes tomavam a frente e orientavam os novatos na utilização de conceitos matemáticos e lógicos inerentes à atividade, mas não apresentados na disciplina, uma vez que os alunos já deveriam dominá-los.

A linguagem de programação RCX Code foi vista como acessível, inclusive por apresentar a possibilidade de utilização como um ambiente de programação orientada a eventos. Era relativamente fácil refazer toda a programação e testá-la, até que o robô

executasse a tarefa desejada. Neste processo, todos aqueles conceitos já citados eram reforçados. Os alunos descreveram também que, dessa forma, eles não viam o erro como um impedimento à realização da tarefa e sim, como mais um desafio.

4. A Robótica e as Disciplinas Introdutórias de Computação

Na Seção 2 descrevemos como a robótica tem sido utilizada no contexto educacional. Vale ressaltar que, no que diz respeito à computação, as opiniões e relatos de experiência divergem principalmente quanto à proposta de se utilizar exclusivamente a robótica na disciplina introdutória de programação em cursos de graduação.

Os trabalhos descritos resumidamente aqui e vários outros com objetivos similares (desenvolvimento de habilidades específicas utilizando a robótica como meio) motivaram um painel com o título: *Os robôs LEGO MindStorms têm um futuro em Educação em Ciência da Computação?* No relato deste painel [McNally 2006] são descritas resumidamente a opinião de três professores americanos com experiência na utilização da robótica na ciência da computação.

O primeiro painalista, Michael Goldweber, já utilizou o kit MindStorms em seus cursos introdutórios, mas agora acredita que o seu uso impede o aprendizado e não utiliza mais. Barry Fagin, o segundo painalista, é o desenvolvedor do Ada para MindStorms e já utilizou o MindStorms em vários contextos de curso. No entanto, os resultados de um estudo realizado por ele não indicou nenhuma melhora no aprendizado dos alunos em cursos introdutórios de programação. Por fim, Frank Klassner, autor do RCXLisp, também utilizou o MindStorms em vários cursos acredita que é interessante se utilizar em disciplinas introdutórias por ser de interface simples e linguagem mais fácil para iniciantes, além de proporcionar uma abordagem diferente aos alunos.

Na Seção 3 foi apresentado um caso de utilização da robótica na graduação como uma disciplina à parte nos cursos de graduação em Ciência e Engenharia da Computação. A abordagem de projetos utilizada na disciplina em questão foi essencial para o bom aproveitamento dos alunos, o que evidencia a adequação de utilizar a robótica na grade de disciplinas iniciais do curso de Ciência da Computação.

Conforme descrito em [Castro et al 2002], o grande entrave à aprendizagem de programação é que a habilidade de resolver problemas precisa ser construída e sistematizada. Daí resulta que a capacidade de abstração dos alunos não consegue se desenvolver conforme as necessidades das disciplinas introdutórias de programação. Neste sentido existem algumas tentativas de amenizar essa dificuldade, como a utilização do paradigma funcional [Castro et al 2002] e a busca por determinar as maiores dificuldades ao longo do conteúdo programático que impedem o aluno de interiorizar os conceitos [Castro et al 2004]. É certo que estamos ainda longe de resultados definitivos, mas há indícios que se tem progredido.

A substituição do paradigma de programação, por si só, não elimina as dificuldades dos alunos. A substituição direta da disciplina de programação por uma de robótica também encontraria considerável resistência. Nesse cenário, propomos uma abordagem mista, com a utilização da robótica como parte do programa de uma outra disciplina introdutória, cursada paralelamente à disciplina básica de programação. A robótica, assim como a programação funcional, tem um domínio mais próximo dos

alunos, já que os motiva em ver o objeto (robô) atuando, seguindo os seus comandos e interagindo com o ambiente. Além disso, como propomos a utilização da robótica em uma disciplina introdutória, entendemos ser mais natural para os alunos utilizar a programação orientada a eventos, fornecida juntamente com o kit LEGO MindStorms.

Na grade curricular do curso de Ciência da Computação da nossa IFES existe uma disciplina chamada Construção do Conhecimento [Mota et al 2000], cujo objetivo principal dessa disciplina é motivar o aluno a buscar o desenvolvimento de suas habilidades para a resolução de problemas, compreendendo a necessidade de linguagens, ferramentas e técnicas para representar o conhecimento. Na disciplina, as aulas iniciais sobre resolução de problemas, os alunos são desafiados a resolverem problemas de lógica, descrevendo o mais claramente possível o caminho utilizado para chegar à solução. Após essa fase inicial, os alunos, através de *brainstorm*, escolhem problemas de pesquisa de seu interesse para se envolverem até o final do período. Depois que cada grupo possui um tema para projeto, a turma faz um planejamento do que precisa estudar para sua investigação. Juntamente com o professor da disciplina, é elaborado um cronograma para cada etapa, incluindo representações do projeto em forma de quadros, mapas conceituais e ontologias e a realização de simulações utilizando uma ferramenta de computação. Intervenções são feitas sempre que há a necessidade de se discutir uma maneira de representação e/ou simulação.

É em uma fase posterior ao desenvolvimento dos projetos dos grupos que propomos a introdução da robótica. Assim que os alunos finalizam seus projetos, já estariam com a habilidade de resolução de problemas um pouco mais desenvolvida. Portanto, em vez de fazerem simulações, podem experimentar programação orientada a eventos com o LEGO MindStorms, ao mesmo tempo em que visualiza a execução dos programas.

A idéia central de projetos de robótica nessa disciplina é utilizar a mesma abordagem de projeto, com a diferença de que em cada etapa deverá ser desenvolvido um projeto. A cada etapa o projeto vai ficando mais complexo, de maneira de maneira similar à disciplina “Robótica Móvel” da UFMG, com a diferença que em “Construção do Conhecimento” não é necessário um aprofundamento nas questões de programação.

É importante que essa disciplina não esteja isolada do resto do currículo. Alunos que se interessarem mais pelos aspectos de representação do conhecimento poderão cursar disciplinas como “Engenharia do Conhecimento” e os alunos interessados se aprofundar nos estudos da robótica podem cursar a disciplina “Robótica Móvel” ou, com um enfoque educacional, “Informática na Educação”.

5. Considerações Finais

A partir do pressuposto que a construção de dispositivos físicos tangíveis que respondam aos modelos conceituais implementados em software por estudantes de computação, motiva e facilita o processo investigativo orientado à solução de problemas, nesse trabalho discutimos o uso da robótica como instrumento para apoiar o ensino-aprendizagem de computação. Uma disciplina de robótica, desde que desenvolvida através de um processo metodológico adequado, potencializa a construção de habilidades importantes para o estudante de computação, como foi evidenciado pelo estudo de caso relatado.

A integração da robótica e do processo de construção em etapas e por refinamentos sucessivos à aprendizagem de programação em um contexto diferenciado, utilizando o paradigma funcional conforme descrito na seção anterior, está auxiliando a ênfase em aspectos importantes para o profissional de computação, especialmente a habilidade para analisar e solucionar problemas através de esquemas formais precisos e a transformação de tais esquemas em atuação sobre o ambiente externo, possibilitado pela robótica móvel.

A abordagem conforme descrita aqui encontra-se em fase de implantação e espera-se inclusive que se possa aumentar a motivação dos alunos e reduzir a evasão, comum nas disciplinas introdutórias do curso.

Agradecimentos

Este trabalho utilizou recursos do MCT/CNPq, edital CT-Amazônia n.27/2005 (Projeto ColabWeb – Proc. 553329/2005-7).

Referências

- Blank, D.; Meeden, L and Kumar, D. (2003) “Python Robotics: An Environment for Exploring Robotics Beyond Legos”. SIGCSE ACM 1-58113-648-X/03/0002. Reno, Nevada, USA.
- Castro, T.; Castro Júnior, A.; Menezes, C. (2004) “Aprende – um Ambiente Cooperativo de Apoio à Aprendizagem de Programação”. In: XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE'2004, 2004, Manaus-AM. XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - Diversidade e Integração Desafios para a Telemática na Educação. Manaus : EDUA - Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2004. v. I. p. 71-79.
- Castro, T. H. C.; Castro Júnior, A. N. ; Menezes, C. S. ; Cury, D. (2002) “Utilizando Programação Funcional em Disciplinas Introdutórias da Computação”. In: XXII Congresso da Sociedade Brasileira de Computação - X Workshop Sobre Educação em Computação, 2002, Florianópolis-SC. XXII Congresso da SBC. Porto Alegre : Sociedade Brasileira de Computação, v. 4. p. 157-168.
- Leska, C. (2004) “Introducing Undergraduates to Programming using Robots in General Education Curriculum”. In: ITICSE ACM 1-58113-836-9/04/0006. Leeds, United Kingdom.
- Lund, H. H. and Marti, P. (2005) “Designing manipulative technologies for children with different abilities”. In: Artificial Life Robotics, DOI 10.1007/s10015-005-0351-y, Volume 9, pp. 175-187.
- McNally, M; Fagin, B; Goldweber, M and Klassner, F. (2006) “Do Lego MindStorms Robots have a Future in CS Education?” . In: ACM SIGCSE 1-59593-259-3/06/0003. Houston, Texas, USA.
- Mota, E.S.; Castro Júnior, A. N. ; Pio, J. L. S. (2000) “Knowledge Construction: A New Discipline to Computer Teaching”. In: International Conference on Engineering and Computing Education, São Paulo.