

# Uma nova abordagem em Robótica Educacional utilizando Simuladores e Kits de Robótica Livre

Carla C. Fernandes<sup>1</sup>, Sarah T. Sá<sup>1</sup>, Luiz Marcos G. Gonçalves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e de Computação  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Natal – RN – Brazil

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Computação e Automação  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Natal – RN – Brazil

carlafcf@gmail.com, {sarah,lmarcos}@dca.ufrn.br

**Abstract.** *In traditional methodologies used in educational robotics classes, the student is approached with a problem-based learning, which involves the use of robotics kits and educational software for testing, until the solution of the established problem is found. We propose the use of a new teaching methodology, also based on problems, that provides the teaching of educational robotics through the use of two technological devices, a robotic simulator and a free robotics kit. Since it requires technologies with lower costs when compared to the robotics kits available for purchase, this methodology allows a greater adherence from Brazilian schools to the deployment of educational robotics classes.*

**Resumo.** *Nas metodologias tradicionais utilizadas em aulas de robótica educacional o aluno é abordado com uma aprendizagem baseada em problemas, que envolve a utilização de kits de robótica e softwares educacionais para a realização de testes até que a solução do problema instituído seja encontrada. Neste trabalho propomos a utilização de uma nova metodologia de ensino, também baseada em problemas, que proporciona o ensino da robótica educacional a partir da utilização de dois aparatos tecnológicos, um simulador robótico e um kit de robótica livre. Por necessitar de tecnologias com menores custos quando comparados à kits de robótica comerciais, esta metodologia permite uma maior adesão das escolas brasileiras à implantação de aulas de robótica educacional.*

## 1. Introdução

As tentativas de uso da robótica na construção de metodologias de ensino não são nenhuma novidade. A robótica educacional abrange situações interessantes e motivadoras, criando condições para que o aprendiz seja capaz de desenvolver sua capacidade de equacionar e solucionar problemas, aprendendo conceitos ligados à mecânica, computação, além de diversos outros temas interdisciplinares, como matemática e física [Morelato and Borges 2008, Miranda et al. 2010, Filho and Gonçalves 2008].

No desenvolvimento de uma aula de robótica educacional são utilizados kits de robótica, compostos por componentes mecânicos estruturais e de movimento, motores,

sensores e um controlador programável. Além disso, é necessário o uso de um software associado a uma linguagem de programação, capaz de programar o *kit* de robótica escolhido, um computador capaz de utilizar o *software* escolhido, e um ambiente físico no qual devem existir elementos capazes de interagir com o robô na realização de uma determinada atividade [Neves-Júnior 2011].

Os custos dos kits de robótica educacional comerciais variam, podendo chegar a valores superiores a R\$2.000,00 [Sá 2011], o que pode onerar muito e frustrar as tentativas de inserir uma metodologia educacional tão motivadora quanto a robótica em uma escola. Por esse motivo muitos pesquisadores buscam o desenvolvimento de novas ferramentas, os kits de robótica livre, como uma opção mais barata para a inserção de cursos de robótica educacional nas escolas brasileiras. Estes kits são constituídos por motores, sensores e um controlador lógico programável, possuem componentes mecânicos estruturais oriundos, em sua maioria, de lixo tecnológico [Miranda et al. 2010, Filho and Gonçalves 2008, Santos et al. 2010].

No entanto, criar um robô utilizando um kit de robótica livre para uma determinada situação problema pode não ser algo tão simples. Muitas vezes, o kit não inclui peças suficientes para montagem de uma vasta gama de robôs, fazendo-se necessário que os professores e alunos dispensem tempo pensando, coletando peças e projetando qual seria a melhor forma de montagem do robô.

Outra linha de pesquisa envolve o desenvolvimento de simuladores computacionais para substituir os kits de robótica comerciais [Hoss et al. 2009, Gomes et al. 2008]. Os simuladores são capazes de criar um ambiente virtual que simule o ambiente real, no qual o aluno utiliza robôs equipados com diversos tipos de recursos, como motores e sensores. No entanto, oficinas de robótica educacional desenvolvidas por [Silva 2009] mostram o interesse dos alunos na criação manual de modelos robóticos, momento no qual eles desenvolvem a criatividade e a coordenação motora.

Existem diversos tipos de metodologias para o uso da robótica educacional. Alguns trabalhos, como os de [Silva 2009] e [Rouxinol et al. 2011], citam o uso de kits de robótica comerciais, voltados para alunos do ensino fundamental e médio. *Kits* comerciais possuem a vantagem de conterem *hardwares* e *softwares* direcionados a atender propósitos educacionais específicos, e possuem uma flexibilidade na forma de utilização em diferentes aplicações.

Em outras pesquisas, foram utilizados kits de robótica livre, como o DEC [César 2006], o Hajime [Sasahara and da Cruz 2005] e o kit Arduino [Pinto 2011]. Estas tecnologias permitem desenvolver a criatividade dos alunos, que são desafiados a utilizar objetos do dia-a-dia para realizar a construção dos modelos robóticos, incentivando também a reutilização de materiais de sucata.

Neste artigo propomos a criação de uma nova metodologia de ensino de robótica educacional, na qual o aluno utiliza dois tipos de ferramentas tecnológicas, um simulador robótico e um kit de robótica livre, criando um ambiente de aprendizagem rico, trazendo benefícios quando comparado ao ambiente tradicional, que é composto apenas por um robô. Nesta o alunado deverá primeiro resolver um problema virtual, semelhante ao real, e então, ao chegar a conclusão de todos os passos necessários para programação e todas

as funcionalidade que o robô deve ter, partir para o robô real. Agilizando assim, o tempo dispendido para coleta de peças e montagem.

### **1.1. Kits de Robótica Livre**

Kits de robótica livre apresentam uma solução à difusão das aulas de robótica educacional nas escolas brasileiras, permitindo que a robótica esteja ao alcance de todos. Eles são compostos por equipamentos eletrônicos, como motores e sensores, que podem ou não ser retirados de equipamentos tecnológicos, como computadores e sons. A carcaça do robô é, em sua maioria, composta por elementos de sucata.

Em seu trabalho publicado em 1972, [Piaget 1972] afirma que é importante que o indivíduo construa o seu próprio conhecimento a partir da interação com o ambiente em que vive, propiciando o desenvolvimento e uma maior significação da aprendizagem. Com a robótica livre o aluno faz uso de construções artesanais, o que torna mais significativo o processo de desenvolvimento das plataformas robóticas.

### **1.2. Simuladores robóticos**

Durante o desenvolvimento de algoritmos para programar dispositivos robóticos, o programador deve realizar um conjunto de testes, que incluem modificações não somente no programa, como também na parte física do robô. Estes testes apresentam riscos ao robô, além de representarem um maior consumo de baterias.

Para facilitar a realização de testes em aulas de robótica educacional, podem ser utilizados simuladores robóticos, que são ferramentas computacionais que proveem uma maneira rápida e simples de testar ideias e teorias com robôs sem depender fisicamente da máquina, economizando tempo e dinheiro [Pedrosa 2010, Michel 2004].

Simuladores podem ser utilizados em aulas de robótica educacional em duas vertentes: substituindo completamente o robô, sendo o robô virtual a peça fundamental a ser programada, ou funcionando em conjunto a um kit de robótica educacional, de forma que o robô virtual serviria apenas para a realização de testes. Neste último caso, o teste final seria realizado no robô real.

Em ambos os casos, os simuladores apresentam inúmeras vantagens quando utilizados em testes, dentre as quais podemos citar:

- Possuem um custo menor do que um *kit* de robótica;
- Não há danos causados ao robô;
- Economiza gastos com pilhas e baterias;
- Diminui o tempo de testes; e
- Facilita o desenvolvimento e teste de novos modelos de robôs.

## **2. Metodologia Didática**

As formas de ensino que privilegiam a transmissão de conteúdos se mostram muitas vezes obsoletas e limitadas para formar um cidadão moderno. Assim, devem ser utilizados métodos de ensino que estimulem os alunos, levando os estudantes a refletir durante a resolução de uma situação-problema.

Neste trabalho propomos a utilização de uma nova metodologia de ensino em aulas de robótica educacional, que consiste no uso de um kit de robótica livre, associado

a um simulador robótico, criando um ambiente rico e motivador. A utilização de ambas as tecnologias permite um melhor aproveitamento do aluno em aulas de robótica. A aula de robótica será dividida em duas etapas: utilizando o simulador robótico e utilizando o kit de robótica livre.

A utilização de um simulador permite que o teste das potenciais soluções seja desenvolvido em um ambiente virtual, economizando tempo e diminuindo o custo. Quando o aluno criar uma solução satisfatória, ela será então testada com o uso do kit de robótica. Nesta segunda etapa, o aluno montará o robô real levando em consideração as características do robô virtual, que já foram testadas, não sendo necessária a constante modificação de peças no robô.

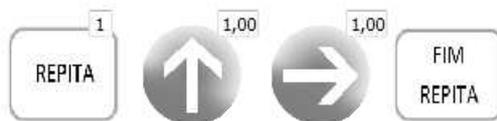
Com relação à programação, ela já vai conter todos os passos necessários para a resolução da situação-problema. No entanto, ao testar o programa desenvolvido no robô real, o aluno poderá ter que realizar pequenos ajustes, dependendo do robô que será utilizado.

Para a utilização de tal metodologia de ensino, propomos a utilização do kit de robótica educacional SH-Educ [Sá 2011], juntamente com o simulador S-Educ [Fernandes 2010], ambos programados a partir do software educacional RoboEduc [Barros 2008], na linguagem Educ [Barros 2011].

## 2.1. Software RoboEduc

O software educacional RoboEduc [Barros 2011] foi desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, no Brasil, para o controle e programação de robôs Lego NXT [LEGO 2012], Lego RCX [RCX 2012] ou SH-Educ [Sá 2011]. A linguagem de programação utilizada, chamada Educ, utiliza palavras-chave em português e permite o controle dos motores e leitura dos sensores do robô.

O RoboEduc possui cinco níveis de abstração para programação do robô, permitindo que seja feita uma programação tanto em ambiente gráfico como em ambiente textual, sendo passível de ser utilizada por alunos do ensino fundamental ao ensino superior [Sá 2011, Silva 2009]. As figuras 1 e 2 mostram exemplos de programas desenvolvidos em linguagem Educ, utilizando ambientes gráficos e textuais.



**Figure 1. Exemplo de um programa em linguagem Educ desenvolvido no ambiente gráfico.**

## 2.2. Kit de Robótica Livre SH-Educ

O kit de robótica SH-Educ surgiu com o objetivo de que a ferramenta da robótica educacional, tão motivadora e dinamizadora, pudessem estar ao alcance de alunos de escolas que não tem condições de adquirir kit de robóticas comerciais, que possuem um custo mais elevado.

```

tarefa artigo
inicio
para i := 0 ate 1 faca
    Frente 1 rotacoes
    Direita 1 rotacoes
fimpara
fim

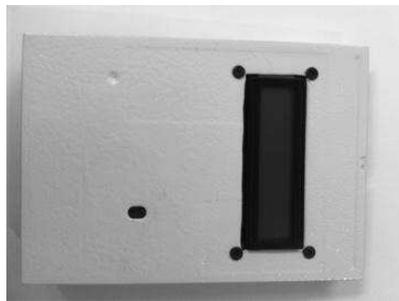
```

**Figure 2. Exemplo de um programa em linguagem Educ desenvolvido no ambiente textual.**

O SH-Educ possui uma estrutura física baseada em materiais reciclados, módulo controlador utilizando componentes presentes, em sua maioria, em lixo eletrônico, conjunto de sensores e motores de baixo custo ou reciclados. O kit conta ainda com peças estruturais para atuar como facilitadores da montagem e inserção de peças recicladas.

A programação dos robôs montados com o kit SH-Educ pode ser realizada através do software educacional RoboEduc, o qual possui total integração com o módulo de controle. Sendo possível, então, realizar a programação em um dos cinco níveis de abstração disponíveis.

A figura 3 mostra o módulo de controle do kit, e a figura 4 mostra os sensores que o compõe - sensor de temperatura, luz, ultrassônico e toque. Observe que toda a estrutura é formada por materiais reciclados ou de baixo custo.



**Figure 3. Módulo de controle do kit de robótica SH-Educ.**



**Figure 4. Sensores do kit de robótica SH-Educ.**

### 2.3. Simulador Robótico S-Educ

O simulador robótico S-Educ foi desenvolvido para a simulação de robôs do tipo Lego NXT, Lego RCX ou SH-Educ. O simulador permite uma visualização tridimensional ou bidimensional do ambiente virtual, se tornando adequado a alunos do ensino fundamental e médio. Ele permite a utilização de modelos robóticos equipados com atuadores e sensores de toque, cor e ultrassônico. Ele também simula a cinemática e dinâmica dos corpos, que permite que as características do movimento do robô virtual se assemelhem às do robô real.

O simulador S-Educ também permite a criação de um ambiente virtual, composto por linhas, cartolinas, objetos leves, que podem ser carregados pelo robô, e objetos pesados, que simulam mesas, cadeiras e paredes. A figura 5 mostra um exemplo do ambiente virtual composto por paredes, simulando um labirinto, e na qual pode ser visto o robô virtual.

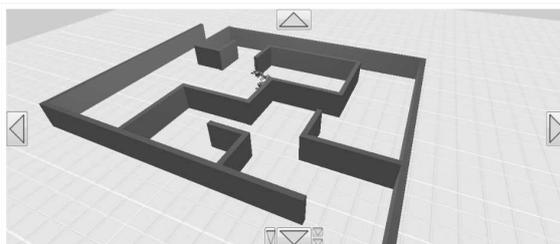


Figure 5. Exemplo do ambiente virtual do simulador S-Educ.

## 2.4. Metodologia de Ensino

A metodologia de ensino proposta neste trabalho propõe a realização de aulas de robótica educacional divididas em oito momentos distintos, que incluem as etapas que utilizam robôs virtuais e reais:

1. Descrição do problema: É o momento de apresentação da atividade, que sempre está relacionada a uma situação-problema instigante para os alunos. A situação-problema pode envolver temas interdisciplinares ou sociais, acessíveis aos alunos, dependendo de sua faixa etária. Podem ser introduzidos novos conceitos aos estudantes, desde que não seja muito discrepante ao seu nível de conhecimento;
2. Exploração de possíveis soluções: Neste momento faz-se fundamental a intervenção do professor na promoção do diálogo e interação entre os alunos, sem a exposição de respostas diretas, mas sim com discussões que auxiliem o grupo à elaboração de estratégias para resolução do problema. O grupo deve utilizar as explicações expostas pelo professor na aula, assim como seu conhecimento prévio sobre robótica e programação, obtido em aulas anteriores. Os alunos devem sistematizar seu conhecimento, sendo capazes de formular soluções no próximo momento;
3. Escolha do robô virtual: A partir das soluções encontradas no segundo momento, o grupo deve utilizar o simulador S-Educ para a criação de um robô virtual capaz de resolver a situação-problema;
4. Desenvolvimento das soluções: Neste momento os alunos devem criar um programa seguindo os passos escolhidos no segundo momento. A criação do programa pode ser desenvolvida em qualquer um dos níveis de programação do *software* RoboEduc;
5. Análise dos resultados do simulador: Depois de criar um robô virtual e desenvolver um programa capaz de guiá-lo no ambiente virtual, o grupo deve iniciar uma série de testes, na qual serão analisados os desenvolvimentos realizados no terceiro e quarto momento. Caso a escolha do robô virtual não tenha sido bem sucedida, os alunos devem voltar ao terceiro momento. Caso o programa desenvolvido necessite de melhoras, o grupo deve retornar ao quarto momento. Por

fim, caso as soluções escolhidas não apresentem bons resultados, os alunos devem retornar ao segundo momento e iniciar uma nova discussão sobre possíveis soluções. Os alunos só devem finalizar este passo quando o robô virtual conseguir resolver a situação-problema;

6. Desenvolvimento de um robô com o *kit* de robótica livre: Neste momento, os alunos já possuem uma solução viável, e devem montar um modelo de robô com o *kit* de robótica livre SH-Educ contendo os equipamentos robóticos presentes no robô virtual, que permitem bons resultados na solução da atividade;
7. Ajuste do programa desenvolvido: Caso necessário, os alunos devem realizar mudanças mínimas no programa desenvolvido no quarto momento para que ele possa ser utilizado com sucesso no robô real;
8. Análise dos resultados com o kit de robótica livre: Os alunos verificam se o robô criado com o *kit* de robótica obteve um bom desempenho. Caso necessário, retornam ao sexto momento para realizar modificações no robô. Caso detectem problemas oriundos da programação desenvolvida, devem retornar ao sétimo momento e realizar as modificações que julguem necessárias. Depois de todos os testes realizados, os alunos devem criar um robô real capaz de realizar a mesma atividade que o robô virtual, resolvendo a situação-problema proposta no primeiro momento.

A utilização desta metodologia em aulas de robótica educacional diminui o custo do curso, permitindo que mais escolas tenham acesso a este tipo de tecnologia. O kit de robótica proposto é um kit de robótica livre, que possui um custo aproximado de R\$150,00, bem mais barato do que alguns kits encontrados no mercado. Além disso, soma-se a diminuição de pilhas e baterias que seriam utilizadas para testes, e uma possível diminuição na quantidade de kits adquiridos pela escola. Caso necessário, os kits podem ser divididos entre alguns grupos, já que só serão utilizados na fase final de testes, facilitando ainda mais a implantação de aulas de robótica em escolas brasileiras.

### **3. Estudo de Caso**

Nesta seção será tratado um estudo de caso utilizando a metodologia de ensino proposta neste trabalho. Neste estudo de caso, serão mostrados as oito etapas que compõem a aula de robótica, separados entre em dois momentos: utilizando o simulador S-Educ e utilizando o kit de robótica livre SH-Educ.

#### **3.1. Descrição do problema**

Atualmente os robôs são utilizados em diversas áreas, dentre as quais se destaca a utilização para o auxílio aos humanos na execução de atividades consideradas perigosas. Por exemplo, podem-se utilizar robôs para resgatar vítimas em caso de incêndios, diminuindo o risco aos bombeiros, e tornando mais eficiente o resgate.

Nesta atividade vocês deverão criar e programar um robô capaz de auxiliar no resgate de vítimas. Assume-se que o robô possui um conhecimento básico sobre o ambiente em que ele entrará. Para que o robô se locomova, ele deve seguir uma linha preta que estará no chão, até chegar ao ponto de resgate.

#### **3.2. Exploração de possíveis soluções**

Nesta etapa o professor deve instigar os alunos a debater sobre como resolver o problema: que tipo de robô será necessário e como programa-lo para solucionar a atividade. No fim

desta etapa, os alunos devem estar cientes que precisam de um ou dois sensores de cor ou luz, capazes de identificar a linha preta no chão. Além disso, devem ter uma noção básica de como realizarão a programação: quando o sensor vir branco, o robô deve ir pra frente; e quando o sensor vir preto, o robô deve girar.

### 3.3. Escolha do robô virtual

O simulador S-Educ fornece diversos tipos de robôs, dentre os quais o grupo deve escolher qual é o mais adequado a ser utilizado para resolver a situação-problema descrita na primeira etapa. Neste caso, os alunos deverão escolher um robô equipado com um ou dois sensores de cor. A figura 6 mostra um exemplo de um dos robôs que poderiam ser escolhidos pelo grupo nesta atividade.



Figure 6. Robô virtual escolhido na terceira etapa.

### 3.4. Desenvolvimento das soluções

Nesta etapa os alunos devem utilizar o *software* RoboEduc para programar o robô virtual, levando em consideração as soluções debatidas na segunda etapa. As figuras 7 e 8 mostram exemplos de parte da programação do robô virtual desenvolvida em dois dos cinco níveis de programação do *software* RoboEduc, sendo um deles gráfico e o outro textual.



Figure 7. Programação no software RoboEduc em ambiente gráfico.

```

tarefa linha
inicio
se (( Cor = cor6 ) e ( Cor2 = cor6 )) entao
  Frente 0.1 segundos
senao se (( Cor = cor6 ) e ( Cor2 = cor1 ))
  entao
    Direita 0.1 segundos
senao
fim

```

Figure 8. Programação no software RoboEduc em ambiente textual.

### 3.5. Análise dos resultados do simulador

Nesta etapa serão analisados os passos desenvolvidos nas etapas 3 e 4. Com relação à escolha do robô, os erros podem ser causados pela escolha de robôs que não possuam todos os sensores necessários, ou pela escolha de um robô com sensores posicionados muito próximos um ao outro, de forma que ambos os sensores sempre detectem a linha preta no chão.

Com relação à programação, o erro pode acontecer devido a falhas básicas de programação, mau entendimento do funcionamento do robô, ou falha na escolha das ações executadas pelo robô. Neste último caso, são necessárias apenas modificações simples no programa. A figura 9 mostra um exemplo da execução da atividade no simulador.

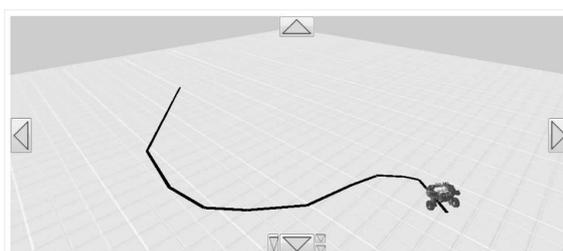


Figure 9. Execução da atividade no simulador.

### 3.6. Desenvolvimento de um robô com o kit de robótica livre

Depois de desenvolverem um protótipo virtual capaz de resolver a situação-problema, os alunos devem montar um robô real similar ao robô virtual, para realizar os testes neste modelo robótico. A figura 10 mostra um exemplo do robô montado com o kit de robótica SH-Educ.

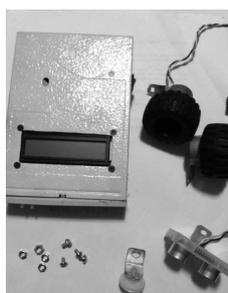


Figure 10. Montagem do robô utilizando o kit de robótica livre.

### 3.7. Ajuste do programa desenvolvido

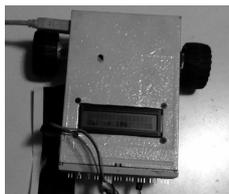
Nesta etapa, o grupo deve realizar modificações no programa caso seja necessário, antes de enviá-lo para o robô. Neste caso, serão necessárias modificações em relação ao sensor, já que o simulador possui apenas sensor de cor, e o robô possui apenas sensor de luz.

### 3.8. Análise dos resultados com o kit de robótica livre

O grupo deve realizar testes para analisar se o robô montado e o programa desenvolvido foram suficientes para solucionar a situação-problema. Os problemas relacionados à montagem do robô podem ser oriundos do posicionamento correto dos sensores no robô. Neste

caso não há a chance de erros com relação à quantidade de sensores escolhidos, visto que os testes no simulador mostram que a solução escolhida pelo grupo é satisfatória.

Com relação à programação, não haverá erros devido a falhas básicas de programação, mau entendimento do funcionamento do robô, ou falha na escolha das ações executadas pelo robô. Todos estes problemas já foram testados no robô virtual. Os erros serão oriundos apenas da escolha do tempo de execução das ações, que dependem do robô real escolhido pelo grupo. A figura 11 mostra um exemplo da execução da atividade com o uso do kit de robótica livre.



**Figure 11. Execução da atividade utilizando o kit de robótica livre.**

#### **4. Conclusões**

A utilização de kits de robótica em aulas de robótica educacional atraem os alunos, além de desenvolver a criatividade e a coordenação motora no momento da criação dos modelos robóticos. No entanto, alguns kits não são acessíveis às escolas, enquanto outros exigem um conhecimento de mecânica ou elétrica não existente em alunos do ensino fundamental e médio.

Por esse motivo, o kit de robótica pode ser substituído por um simulador robótico, que permite a simulação do robô real em um ambiente virtual. O uso de simuladores diminui o custo total de aulas de robótica educacional, além de eliminar os riscos e danos aos quais o robô real é exposto.

Neste trabalho propomos uma metodologia didática para aulas de robótica educacional que envolve o uso de ambas as tecnologias, criando um ambiente mais rico para o aluno, e mais viável para a escola. A aula é dividida basicamente em oito etapas, que contemplam a utilização do ambiente simulado e do kit de robótica livre.

Em trabalhos futuros serão realizados testes para validar tal metodologia de ensino, na qual serão realizados diversos tipos de aulas envolvendo temas interdisciplinares e sociais. O professor deve ser familiarizado com as tecnologias utilizadas, sendo imprescindível um treinamento deste profissional, tornando-o capaz de auxiliar os alunos caso seja necessário.

#### **References**

- Barros, R. P. (2008). Roboeduc - uma ferramenta para programação de robôs lego. Trabalho de Conclusão de Curso, UFRN, Natal/RN.
- Barros, R. P. (2011). Evolução, avaliação e validação do software roboeduc. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN, Natal, RN.
- César, D. R. (2006). Robótica livre: Robótica pedagógica com tecnologias livres. *CET - ITABIRITO/CEFET-MG, Centro de Educação Tecnológica de Itabirito.*

- Fernandes, C. C. (2010). Ambiente simulado da metodologia roboeduc. Trabalho de Conclusão de Curso, UFRN, Natal/RN.
- Filho, D. A. M. and Gonçalves, P. C. (2008). Robótica educacional de baixo custo: Uma realidade para as escolas brasileiras. *Anais do XXVIII Congresso da SBC - XIV Workshop de Informática na Escola, Belém, PA, Brasil*.
- Gomes, M. C., Barone, D. A. C., and Olivo, U. (2008). Kickrobot: Inclusão digital através da robótica em escolas públicas do rio grande do sul. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação*.
- Hoss, A., da S. Hounsell, M., and Leal, A. B. (2009). Virbot4u: Um simulador de robô usando x3d. *I Simpósio de Computação Aplicada, Passo Fundo - RS: SBC*, pages 1–15.
- LEGO (2012). Lego mindstorms. Disponível em: <http://www.mindstorms.lego.com/>. Acesso em: 25 maio 2012.
- Michel, O. (2004). Cyberbotics ltd - webotstm: Professional mobile robot simulation. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, 1(1):40–44.
- Miranda, L. C., Sampaio, F. F., and Borges, J. A. S. (2010). Robofácil: Especificação e implementação de um kit de robótica para a realidade educacional brasileira. *Revista Brasileira de Informática na Educação*, 18(3).
- Morelato, L. A. and Borges, M. A. F. (2008). Alternativas de baixo custo para o uso da robótica educacional: Construção e avaliação do framework gogo board. *Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, Porto Alegre - RS*.
- Neves-Júnior, O. R. (2011). Desenvolvimento da fluência tecnológica em programa educacional de robótica pedagógica. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, SC.
- Pedrosa, E. F. (2010). Simulated environment for robotic soccer agents. Master's thesis, Universidade de Aveiro, Portugal.
- Piaget, J. (1972). Psicologia e pedagogia. Forense Universitária, Rio de Janeiro, RJ.
- Pinto, M. (2011). Aplicação de arquitetura pedagógica em curso de robótica educacional com hardware livre. Master's thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, Rio de Janeiro, RJ.
- RCX (2012). Lego rcx. Disponível em: <http://www.legoeducation.us/eng/product/detail/336?sku=W979709>. Acesso em: 01 agosto 2012.
- Rouxinol, E., Schivani, M., de Andrade, R., Romero, T. R. L., and Pietrocola, M. (2011). Novas tecnologias para o ensino de física: Um estudo preliminar das características e potencialidades de atividades usando kits de robótica. *XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF - Manaus, AM*.
- Sá, S. T. L. (2011). H-educ: Um hardware de baixo custo para a robótica educacional. Trabalho de Conclusão de Curso, UFRN, Natal/RN.
- Santos, F. L., Nascimento, F. M. S., and Bezerra, R. M. S. (2010). Reduc: A robótica educacional como abordagem de baixo custo para o ensino de computação em cursos

técnicos e tecnológicos. *Anais do XVI Workshop Sobre Informática na Escola - WIE 2010, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

Sasahara, L. R. and da Cruz, S. M. S. (2005). Projeto hajime - robótica educacional ao alcance de todos. Instituto Politécnico - Universidade Estácio de Sá, Rio de Janeiro, RJ.

Silva, A. F. (2009). *RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional*. PhD thesis, UFRN, Natal, RN.