

Ambiente de Robótica Pedagógica com Br_GOGO e Computadores de Baixo Custo: Uma Contribuição para o Ensino Médio

João Vilhete V. D'Abreu¹, Luiz G. B. Mirisola², Josué J. G. Ramos³

¹ NIED UNICAMP
Campinas – SP – Brasil

²UFABC – Universidade Federal do ABC
Santo André – SP – Brasil

³ Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer – CTI
Campinas – SP – Brasil

jvilhete@unicamp.br, luiz.mirisola@ufabc.edu.br,
josue.ramos@cti.gov.br

Abstract. *The emergence of the One Laptop per Student Programs and the present availability of open software and hardware schemes allows Low-Cost Pedagogical Robotics environments to become an educational scenario which integrates practical activities and team work with the learning of sciences, which is often only theoretical. Besides that, for high-school and elementary schools students in developing countries, it is necessary to use alternative materials and simple electronic components to assemble robotic devices which may be controlled by programs developed in low cost computers. This paper presents low cost experiments for high school students integrating these computers, the Br-Gogo and alternative materials in a low cost pedagogical robotics environment.*

Resumo. *A emergência de programas “um computador por aluno” e a atual disponibilidade de software e hardware livres possibilitam que ambientes de robótica pedagógica de baixo custo (RPBC) constituam um cenário educacional integrados a esses computadores em atividades práticas no ensino de ciências. Além disso, ao visar escolas de ensino fundamental e médio de países em desenvolvimento, é necessário utilizar componentes eletrônicos e materiais alternativos de baixo custo para montar dispositivos robóticos que possam ser controlados com programas elaborados em computadores de baixo custo. Este artigo apresenta experimentos para alunos do ensino médio integrando estes computadores, a Br-Gogo e materiais alternativos em um ambiente RPBC.*

1. Introdução

O desenvolvimento de atividades de robótica pedagógica envolve, pelo menos, a concepção, implementação/construção, automação e controle do dispositivo desenvolvido. Realizar atividades pedagógicas com robótica, em algumas escolas, vem se constituindo numa prática, numa forma interdisciplinar de se promover o aprendizado

de conceitos curriculares utilizando sistemas robóticos que integram o fazer como meio de aprender. Em Spitakiat et al. (2004), Gonçalves (2007), Ramos(2007), Ramos (2009) e Larson (2010) apresenta-se as contribuições que a disponibilização de um ambiente de robótica pedagógica e em especial a de baixo custo (RPBC) pode realizar. Em Ramos (2007) foram apresentadas as demandas que motivaram o desenvolvimento deste sistema RBPC, incluindo uma comparação de custos com outros sistemas disponíveis.

Em Da Silva (2009) e em Neves Jr (2011), são apresentadas diferentes abordagens para o uso da robótica pedagógica como instrumento para desenvolvimento de habilidades. Em Neves Jr (2011) são avaliados quais as habilidades foram desenvolvidas considerando um publico de mais de 1700 estudantes que passaram por um programa de robótica pedagógica com mais de 9 anos de atuação.

Considerando que existem pelo menos dois projetos no Brasil de inserção de computadores de baixo custo em sala de aula de ensino fundamental e médio, (há o programa UCA (Um Computador por Aluno) de âmbito Federal, que introduziu aproximadamente 150.000 laptops educacionais em 300 escolas públicas; e o programa XO financiado parcialmente pela OLPC, com aproximadamente 2.500 computadores, a emergência destes programas clama pela inserção na rede pública de recursos tecnológicos atualizados como forma de melhoria de ensino, por exemplo, estudando como associar ao contexto UCA ambientes de Robótica Pedagógica de Baixo Custo (RPBC).

Sob esse enfoque, o trabalho apresenta um estudo dessa integração, em situação de aprendizado, desenvolvido no Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED/UNICAMP, à UFABC (Universidade Federal do ABC) e no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), junto a estudantes de ensino médio.

Assim, este trabalho apresenta a integração de componentes para robótica de baixo custo, ao programa de computadores de baixo custo para apoiar o aprendizado de estudantes do ensino fundamental e médio. Nesse sentido a seção 2 apresenta um ambiente de robótica pedagógica, suas características e como esse pode ser adequado aos computadores utilizados no programa UCA. A Seção 3 apresenta experimentos desenvolvidos por estudantes do ensino médio utilizando os dois sistemas mencionados anteriormente. Por fim, a Seção 4 apresenta as conclusões do trabalho.

2. A Robótica de baixo custo e o Computador de baixo Custo

A Figura 1 apresenta os componentes principais de um ambiente de robótica pedagógica, o qual consiste de uma unidade de controle - geralmente um processador simples - conectado a motores, sensores, engrenagens e outros componentes mecânicos, formando um dispositivo robótico. Um dispositivo de programação é um computador com uma interface de software onde uma estratégia de controle é concebida e carregada na unidade de controle. Para a construção do dispositivo robótico propriamente dito são utilizadas peças mecânicas, como eixos, rodas, cremalheiras, correias dentadas, dentre outras. Para a automação e acionamento são usados componentes eletro-eletrônicos, como motores, sensores e lâmpadas. Os componentes eletro-eletrônicos estão associados ao hardware e software que combinados permitem executar um programa que atribui ao dispositivo robótico o comportamento desejado. No fim, a conexão do

dispositivo a uma unidade de controle cria uma máquina automática, cuja interação se dá através de um ambiente de programação.

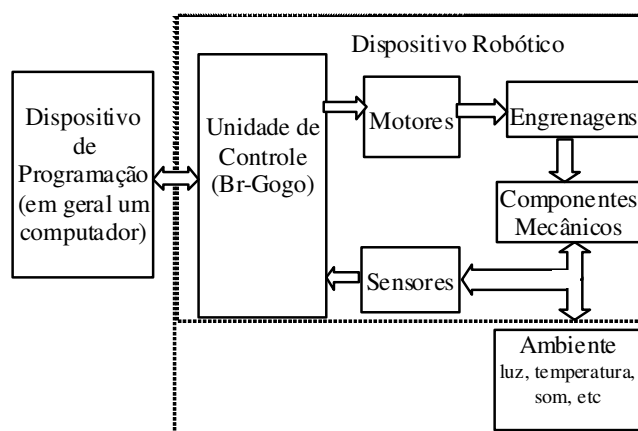


Figura 1. Componentes de um ambiente de RPBC

Em todo esse processo pode se criar situações de aprendizagem em que conceitos científicos de disciplinas como Mecânica, Física, Informática, Ciências, Química, Matemática, dentre outras, podem ser trabalhados de forma interdisciplinar. Portanto, é requerido um contexto para o desenvolvimento metodológico de experimentos, de tal forma a agregar conteúdo curricular à atividade de se fazer robótica pedagógica

No âmbito brasileiro e mundial, há vários ambientes fornecidos por empresas brasileiras e estrangeiras, além de ambientes abertos como o *Arduino* [Arduino 2009], *GoGo board* [Sipitakiat 2004], *Cricket* [Cricket, 2011] e *Babuino* [Babuino 2011 ou Larson 2010]. Esses ambientes possuem uma unidade de controle básica e um padrão próprio de adição de componentes, como sensores e motores. Entretanto, conforme detalhado em Ramos *et al.* (2007), o custo dos sistemas comerciais constitui o principal obstáculo para o seu uso de forma difundida nas escolas, especialmente em países em desenvolvimento. Dessa forma, a disponibilização de soluções abertas de baixo custo constitui uma alternativa importante para viabilizar o uso da robótica educacional de forma abrangente.

Além do custo, há outras limitações à aplicação de ambientes como o disponibilizado para a *GoGo board* em plataformas de baixo custo, por exemplo, o software utilizado para a programação da placa. Ramos *et al.* (2009) apresenta soluções de software que resolvem parte das limitações da *GoGo board*, visando sua aplicação no contexto educacional e usando computadores de baixo custo. As principais limitações abordadas são: i) possuir somente ambiente de programação textual (não possui ambiente de programação icônico); ii) a unidade de controle que opera com interface serial, dificultando o seu uso em computadores que possuem apenas interface USB, visto problemas de compatibilidade com vários conversores USB-serial e iii) possuir software não compatível com o sistema operacional Linux.

Dessa forma, as soluções já implementadas [Ramos *et al.* 2009] e mostradas na Figura 2 incluem: ambiente de programação textual e icônico, ambiente de operação e compilador, desenvolvidos como software aberto, além da possibilidade do uso do *GoGo board* em Linux. Também foram modificados o software e hardware da *GoGo*

board para que esta seja operada via interface USB ao invés da serial RS232 que não está mais presente na maioria dos computadores, e a nova variante foi chamada de *Br-Gogo*. Estes aspectos preenchem algumas lacunas que impediam a implementação de programas de RPBC em escolas e dificultavam a evolução de funcionalidades.

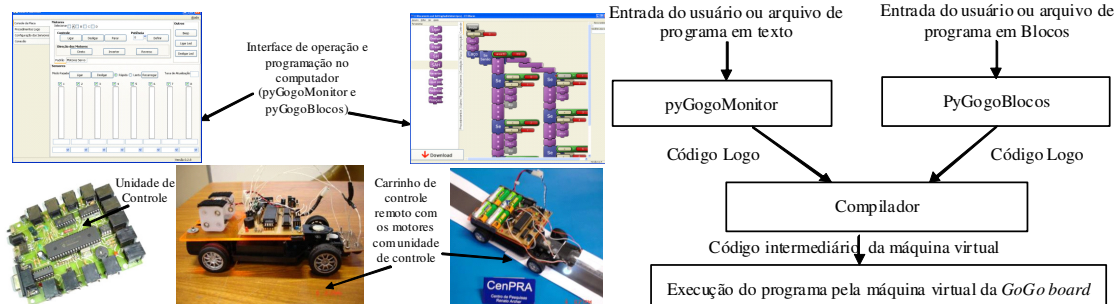


Figura 2 (a). Componentes de ambiente RPBC, incluído interfaces do software de programação e operação, hardware da unidade controle, a *GoGo Board* e experimento com carrinho seguidor de trilha.

Figura 2(b). Integração dos componentes de software com a *GoGo board*.

A Figura 2(a) apresenta os componentes de RPBC: na parte superior estão as interfaces do software de programação e operação; na parte inferior, o hardware da unidade de controle (a *GoGo board*) e a aplicação desta em um experimento de carrinho seguidor de trilha. A Figura 2(b) apresenta como os componentes de hardware e software interagem. Nesta figura, é mostrado o ambiente para operação e programação da placa, chamado Monitor, que tem recursos para operação remota da unidade de controle e para o desenvolvimento de programas textuais na linguagem Logo. Ao lado é mostrado o ambiente de programação icônico, chamado Blocos, utilizado para se gerar programas Logo de forma gráfica. Ambos se comunicam com a *GoGo board* utilizando um compilador [Barbosa, 2008], que opera no computador de controle, traduzindo programas em Logo para a linguagem utilizada pela *GoGo board* para, em seguida, enviar estes programas para serem carregados e armazenados na *GoGo board*. O usuário então pode comandar a execução do programa armazenado para realizar uma aplicação robótica.

Do ponto de vista pedagógico, a solução apresentada na Figura 2 atende aos propósitos dos programas “Um computador por Aluno-UCA”, que prevê uma solução cuja implantação em escola estará condicionada a realização de atividades de formação de professores para a familiarização com este recurso tecnológico. Do ponto de vista financeiro a solução está baseada na utilização de software livre, componentes eletrônicos baratos e materiais alternativos para construção de dispositivos robóticos, o que também é apropriado no contexto UCA em relação à inclusão tecnológica em escolas públicas. Portanto, considerando o objetivo de distribuir “um computador por aluno”, um companheiro natural para o desenvolvimento de atividades educativas é um sistema de RPBC como o sistema Br-Gogo.

2.1. Os computadores do programa UCA e a RBPC

Os computadores do programa UCA, utilizados no Brasil são baseados nos computadores Metasys e XO. Para a utilização desses foi requerida a compatibilização dos softwares desenvolvidos para o Br-Gogo. Nessa compatibilização ao sistema operacional e características de cada computador foram requeridos as adequações mostradas na Tabela 1.

Tabela 1. Adequações requeridas para as diferentes famílias de computador

	XO	Metasys
Característica do SO	Requer a instalação de pacotes	Instalação dos pacotes associados
Resolução e Dimensão de Tela	Não requer	Requer adequação
Característica do SO	Requer Adequação do Software ao sistema operacional utilizado	Compatível com Sistema operacional Linux

3. O Desenvolvimento de experimentos visando estudantes de ensino médio

No contexto educacional, o que se pretende com a Robótica Pedagógica é ampliar a forma de utilização do computador fazendo com que, atuando sobre objetos concretos a ele conectados ou não, enriqueça e diversifique a forma de se construir conhecimentos.

A aplicação da Robótica Pedagógica tem possibilitado a automação e controle de robôs compostos de sensores (de luz, toque, temperatura, etc) e de atuadores (motores e lâmpadas). A construção de dispositivos robóticos nesta perspectiva pode envolver a utilização de materiais alternativos, de padrão não-comercial popularmente denominado de sucata. Desenvolver atividades neste sistema que integra informática, programação e circuitos eletrônicos tem propiciado aos professores e alunos da escola pública a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação - TICs, num contexto no qual o aprendizado de conceitos em diversas áreas do conhecimento como Mecânica, Eletrônica, Computação, Mecatrônica, acontece de forma diferenciada. Nesta abordagem usa-se computador e material de baixo custo para fazer ciências, em escola pública, com o mesmo padrão de qualidade de escolas privadas de alto poder aquisitivo. Tradicionalmente isso era feito utilizando computadores em laboratórios de pesquisa.

Uma inovação nesse processo pode ser o desenvolvimento desses dispositivos, por alunos do ensino médio, utilizando computadores portáteis de Baixo Custo em outros espaços. O projeto envolve etapas de concepção, implementação/construção, automação e controle de dispositivos robóticos, sendo que em todas essas etapas são utilizados materiais alternativos de Baixo Custo. A finalidade é criar nos alunos de Ensino Médio, a mentalidade de utilização desse tipo de material para fazer ciências, que podem ser desenvolvidas futuramente nas respectivas escolas. Assim, a integração do ambiente de robótica pedagógica na escola implica na preparação de experimentos com objetivos pedagógicos mais a integração/formação dos professores.

Estas atividades são seguidas pelo desenvolvimento de estudos piloto para se avaliar as idéias desenvolvidas. Isso tem se consistido em criar, no NIED/UNICAMP situações de uso experimental do material produzido na pesquisa junto ao alunos do ensino médio do programa PICJr do CNPq e no CTI junto aos alunos do programa de

estágio do ensino médio e do programa PDPD (Pesquisando Desde o Primeiro Dia) para ingressantes na UFABC.

Durante um ano esses alunos desenvolveram diferentes projetos de uso da RBPC, como ferramenta auxiliar no aprendizado de conceitos curriculares inerentes às disciplinas do ensino médio. As Figuras 3 (carrinho de materiais alternativos e uma placa Br-Gogo), 4 (roteiro de experimento de Física), 5 (carro com garrafa pet) e 6 (casa inteligente) são exemplos de experimentos desenvolvidos por esses alunos. A seguir uma breve descrição de cada um destes projetos.

3.1. Exemplo de um Dispositivo Robótico: Carrinho de materiais alternativos.

A Figura 3 mostra carrinho construído utilizando materiais alternativos para o chassi, sensores de luz infravermelha (seguidores de trilha) e motores servos de baixo custo. Um roteiro de experimento de física utilizando este carrinho é proposto na Figura 4. Neste caso o objetivo é promover a integração dos conhecimentos teóricos em um experimento de movimento retilíneo uniforme. Os componentes eletro-eletrônicos do carrinho (motores e sensores) possibilitam detectar o momento em que o carro passa por cada faixa marcada no chão, para que a velocidade seja estimada em função do deslocamento conforme a especificação do experimento.

O programa Logo, em texto ou em Blocos, necessário para a execução do experimento está disponível em Br-Gogo, (2011), permitindo que o professor decida disponibilizar parte ou todo este código para os alunos, ou seja, incluindo ou não a elaboração do programa no roteiro didático.

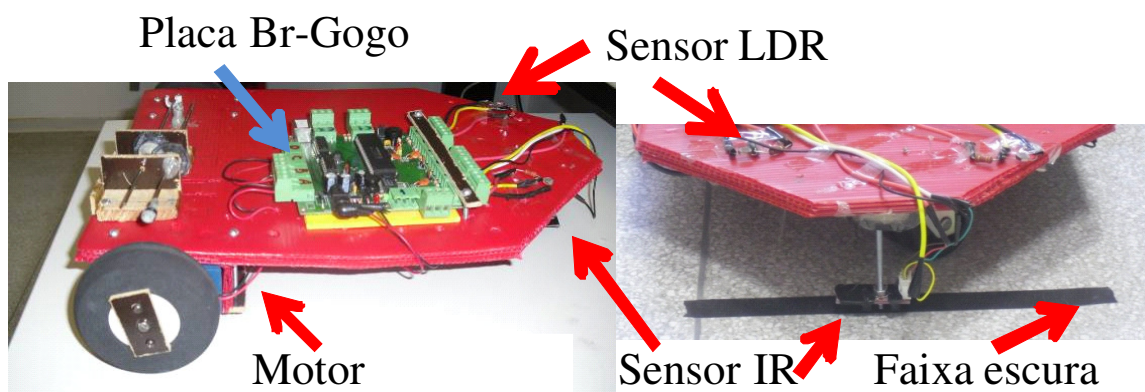


Figura 3. Carrinho com direção diferencial e sensores de luminosidade e IR (Infravermelho)

A Figura 4 mostra um roteiro de experimentos de física utilizando esse material.

Movimento Retilíneo**Experimento Parte 1: Movimento Retilíneo Uniforme**

Nessa primeira etapa, após calibrar o sensor de infra-vermelho (experiência anterior), o aluno deve programar o carro de forma a se movimentar com velocidade constante, em linha reta, e passar sobre 5 fitas pretas no chão. Quando o sensor detectar uma das fitas pretas, o programa deve salvar o valor do cronômetro. Repita 3 vezes, e depois de cada uma, recupere os valores gravados e anote na seguinte tabela. Meça e anote a distância entre as fitas.

	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	Médias (s)	Distância (m)
A – B					
B – C					
C – D					
D – E					

Faça o gráfico da posição em função do tempo.

Experimento Parte 2 - Movimento Retilíneo Variado

Repita o experimento da parte 1, mas agora o programa deve variar a velocidade do carro ao passar por cada obstáculo. Como o carro pode ser programado com 7 velocidades diferentes, o seu programa deve escolher uma destas 7 possibilidades de velocidade cada vez que uma fita é detectada. Por exemplo, começar com velocidade 1 e somar 1 à velocidade atual cada vez que uma fita é encontrada.

Dado o valor de X, é possível calcular a velocidade média? Explique.

	T1 (s)	T2 (s)	T3 (s)	Médias (s)	Distância (m)
A – B					
B – C					
C – D					
D – E					

Faça o gráfico da posição em função do tempo.

Construa o gráfico de posição em relação ao tempo.

Calcule a velocidade média.

Questões

- 1-Mostre a equação da reta para o gráfico de posição X tempo. Dica: $Y - Y_0 = m (X - X_0)$
- 2-Escreva a equação da reta para o gráfico de ambas as partes do experimento. Compare-as, cite e explique as possíveis diferenças encontradas.
- 3-Qual a interpretação do coeficiente angular desses gráficos?
- 4-O carro utilizado nesse experimento pode ser considerado como um corpo extenso? Se sim, calcule quanto tempo ele demoraria para atravessar, por completo, os pontos de A até E.
- 5-E a parte dianteira do chassi, onde está localizado o sensor de seguir trilha que seu professor usou para “guiar” o carro, pode ser considerado um corpo extenso? Explique.

Dicas

- Utilize os valores obtidos no experimento anterior de calibração do sensor de infravermelho para detectar corretamente as fitas pretas;
- Lembre de medir as distâncias entre os “obstáculos” que o carrinho deverá passar;
- O programa deverá conter em seu escopo três comandos básicos: ler sensores e detectar as fitas, armazenar o tempo (relógio) em que cada sensor passou por determinado obstáculo e definir a velocidade do carro a cada fita encontrada.
- O valor do relógio representa vigésimos de segundo, portanto deve-se dividir o valor do relógio por 20 para se obter o tempo em segundos.
- Os dados relativos ao tempo de percurso deve ser armazenados de forma que possam ser acessados mesmo com o carro parado – utilize os comandos “gravar” e “recuperar”.

Análise dos dados

No 1o experimento será observado o comportamento de um móvel em movimento uniforme. Logo, espera-se notar que o gráfico da posição em função do tempo seja uma reta (função do primeiro grau). Portanto, será possível perceber na primeira parte do experimento que o espaço percorrido é sempre constante em um determinado espaço de tempo. Isto não é esperado na segunda parte, onde a velocidade varia.

Figura 4: Exemplo do conteúdo de um guia de experimento

3.2. Exemplo de um Dispositivo Robótico: Carro construído com garrafa

Projeto de um carro utilizando material alternativo e um computador de baixo custo (XO) .

MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido em três etapas:

Concepção: Discussão e troca de ideias sobre o desenvolvimento do dispositivo como um todo.

Construção do dispositivo: Carro construído usando como carroceria uma garrafa pet, rodas de isopor, fita isolante, cola quente, elástico, eixos de arame, palito de madeira, etc.

Automação e Controle: Utilizando um computador de baixo custo (XO) foi desenvolvido um programa que controla automaticamente os componentes elétricos do carro, que são: motor, luz (led's), sensores de luz e a placa de comunicação com o computador.

O desenvolvimento do projeto envolveu aprendizado de conceitos nas áreas de: Design, Física, Matemática, Engenharias em geral, Ciência da Computação, dentre outras.



Figura 5. Carro construído com garrafa pet e rodas de isopor

3.3. Exemplo de um Dispositivo Robótico: Casa Inteligente

Consiste de uma casa cujo processo de funcionalidade envolve o controle de alguns motores e sensores a fim de propiciar maior conforto aos seus moradores. A Figura 6 mostra a casa, alguns dos seus componentes eletro/eletrônicos de controle e parte do código do programa em Blocos que realiza este controle no XO.

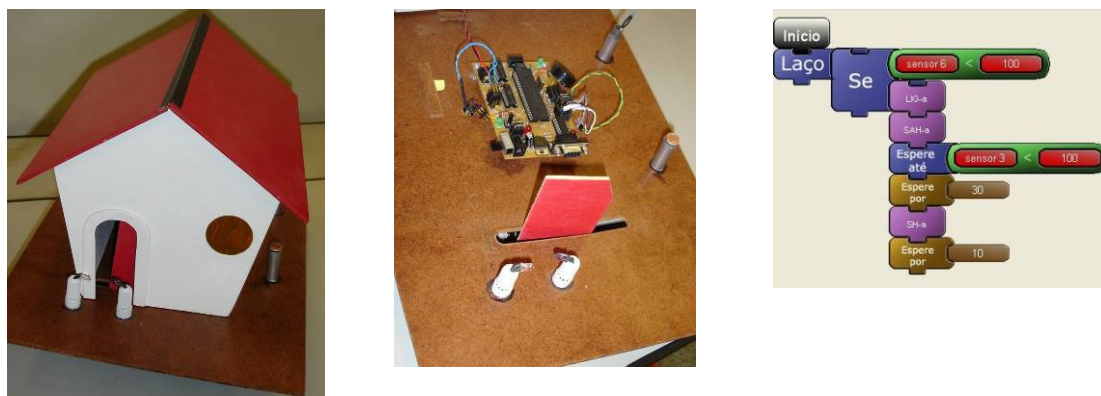


Figura 6. Casa Inteligente, componentes eletro/eletrônicos, código em Blocos

4. Conclusão

Este artigo apresentou mais uma contribuição com objetivo de disponibilizar propostas de experimentos além de componentes de hardware e software abertos para o desenvolvimento de programas de robótica pedagógica de baixo custo. Foram discutidas possibilidades de integração de RPBC ao programa UCA, as adequações necessárias para a utilização dos computadores de baixo custo do UBC e por fim experimentos visando estudantes do ensino médio. Esses resultados iniciais indicam o potencial dessa abordagem, prevendo-se como próximos passos o desenvolvimento de outros experimentos adequados a realidade do ensino fundamental, seguidos de estudos pilotos, onde se mostrará o potencial do uso desses recursos aplicados ao programa UCA.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio dos programas PIBIC do CNPq e PDPD da UFABC, e ao aluno José Alex Lima da Fonseca que trabalhou na elaboração do experimento proposto.

Referencias

- Arduino (2011) "Open-source physical computing platform". <http://www.arduino.cc>. Agosto
- Babuino (2011) "The Babuino Project" <http://babuinoproject.blogspot.com/>, Agosto.
- Barbosa, M. R. G. (2008) "Estudo e Implementação de um Novo Compilador para a Linguagem de Programação Cricket Logo Visando sua Aplicação em uma Arquitetura de Baixo Custo". Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Informática, Centro de Tecnologia, Universidade Estadual de Maringá, PR.
- Begel, A. (1996) "A Graphical Programming Language for Interacting with the World". <http://research.microsoft.com/~abegel/mit/begel-aup.pdf>, Agosto.
- Br-Gogo (2011) "Br-Gogo Sourceforge Repository" <http://sourceforge.net/projects/br-gogo/files/experiencias/>, Outubro.
- Cricket (2011) "Handy Cricket Home Page". <http://www.handyboard.com>. Agosto.

- Da Silva, Alzira Ferreira, (2009). RoboEduca: Uma Metodologia para Aprendizado da Robótica Educacional, Tese de Doutorado, Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte-UFRN, Natal, RN, Brasil.
- Gonçalves, P. C. (2007) “Protótipo de um robô móvel de baixo custo para uso educacional” Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação), Universidade Estadual de Maringá, Maringá, PR.
- Larson, J. K.; Oliveira Jr, A. C.; Oliveira, V. M.; Nelson, B.; Ramos, J. J. G.; Alves, L. A. T. “Cheap, easy robotics for the non-programmer” In: International Conference on Simulation, Modeling and, Programming for Autonomous Robots (SIMPAR), 2., 2010, Darmstadt, Alemanha.
- Neves Jr, Othon da Rocha, (2011). Desenvolvimento da Fluência tecnológica em Programa Educacional de Robótica Pedagógica. Dissertação de Mestrado no Mestrado em Engenharia e Gestão do Conhecimento do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil
- Papert, S. (1994). “A Máquina das Crianças: Repensando a Escola na Era da Informática”. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Ramos, J. J. G.; Azevedo, H.; Vilhete V. A. J.; Noves O.; Figueiredo D.; Tanure L.; Holanda F. (2007) “Iniciativa Para Robótica Pedagógica Aberta e de Baixo Custo para Inclusão Social e Digital no Brasil”. Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2007), Florianópolis, SC.
- Ramos, J. J. G.; Silva, F. A.; V. Oliveira; Alves, L. T.; D’Abreu, J. V. V. (2009) “Desenvolvimento de Componentes de Hardware e software abertos para programas de Robótica Pedagógica de Baixo Custo”. Anais do IX Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente (SBAI 2009), Brasília, DF.
- Sipitakiat, A.; Blikstein, P.; Cavallo, D. (2004) “GoGo Board: Augmenting Programmable Bricks for Economically Challenged Audiences”, In: Proceedings of the Int. Conf. of the Learning Sciences (ICLS 2004), Los Angeles, USA.