

# Projeto de Integração Engenharia-Escola para Competições de Robótica

Alberto Torres Angonese<sup>1 2</sup>, Paulo Fernando Ferreira Rosa<sup>2</sup>, Stefano Henrique Rodrigues<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro Profissionalizante em Tecnologia da Informação (CPTI)  
Petrópolis - RJ

<sup>2</sup>Laboratório de Robótica e Inteligência Computacional  
Seção de Engenharia de Computação  
Instituto Militar de Engenharia (IME)  
Praça General Tibúrcio, 80 - Praia Vermelha, Urca  
Rio de Janeiro - RJ

{angonesealberto, stefanohenrique}@gmail.com, rpaulo@ime.eb.br

**Abstract.** *This article aims at presenting a project developed by two different institutes - IME (Military Institute of Engineering) by means of its Robotics and Computational Intelligence Laboratory and FAETEC by means of its Professionalizing Centre in Information Technology - CPTI-Petropolis. The main objective of the project is to use the environment provided by robotics competitions to stimulate computational thinking and high school students interest in some fields such as engineering, computing and robotics. The paper describes both IME's experiences in national and international robotics championships and the partnership with CPTI- Petropolis. It also portrays students experiences as they got involved in a robotics project in competitions such as the one at OBR.*

**Keywords:** Robotics education, engineering, robotics competitions

**Resumo.** *Este artigo apresenta a proposta de parceria entre o Laboratório de Robótica e Inteligência Computacional do Instituto Militar de Engenharia - IME e a escola de nível médio técnico da rede FAETEC - Centro Profissionalizante em Tecnologia da Informação - CPTI Petrópolis. A ideia do projeto é aproveitar o conhecimento acumulado de uma das mais tradicionais instituições de ensino na área de Engenharia, aliado às experiências em competições de robótica, para a capacitação de alunos e professores de nível médio do CPTI, auxiliando na formação de equipes de alunos para competirem em olimpíadas científicas e campeonatos de robótica. O objetivo principal do projeto é utilizar o ambiente proporcionado pelas competições de robótica para estimular o pensamento computacional de jovens do ensino médio e contribuir com uma formação de qualidade para futuros profissionais de carreiras tecnológicas. Neste artigo, são descritas as experiências do IME em campeonatos nacionais e internacionais de robótica, a maneira como ocorre a integração com os alunos do CPTI e, ainda, as experiências dos alunos envolvidos no projeto na Olimpíada Brasileira de Robótica - OBR 2012.*

**Palavras-chave:** Robótica educacional, Engenharia, competições robóticas

## 1. Introdução

A educação básica tem sido uma das principais preocupações do governo brasileiro e de outros países. No mundo atual, além de sabermos ler, escrever, somar e subtrair, nos são exigidas uma série de habilidades para estarmos inseridos no convívio social. São delegadas à escola e ao professor a missão de identificar e entender quais são estas habilidades e como transmiti-las. Segundo [Blikstein 2008], o *pensamento computacional* é uma dessas habilidades que se tornaram, na atualidade, tão essenciais quanto saber ler ou somar. Muito mais do que simplesmente navegar na internet ou saber utilizar um processador de texto, ou ainda uma planilha eletrônica, o pensamento computacional é a habilidade de transformar ideias em modelos e programas de computador, executá-los, depurá-los e utilizá-los para as mais diferentes finalidades. Assim como [Papert 1971], [Blikstein 2008] defende a ideia de que o pensamento computacional nos permite aprender a usar o computador para aumentar nossa capacidade inventiva, criativa e produtiva.

Boa parte das disciplinas que são ensinadas na escola foi inventada quando não existiam computadores e, para muitos, o seu aprendizado é difícil e tedioso, o que, definitivamente, contribui para a escassez de alunos interessados em seguirem as áreas de exatas como as engenharias e, conseqüentemente, para a falta de profissionais dessas áreas. Despertar o interesse de alunos da educação básica para estas áreas é, portanto, um dos principais desafios para a educação da atualidade.

Diante desse cenário, surge o estudo da robótica e suas aplicações educacionais, como uma solução bastante interessante. Um número cada vez maior de escolas do ensino fundamental e médio já está utilizando esta abordagem na tentativa de melhorar o raciocínio lógico-matemático na educação básica. Competições robóticas têm sido promovidas no Brasil e ao redor do mundo, incentivando o desenvolvimento, a pesquisa e estimulando o interesse de jovens estudantes para essas áreas. Como exemplo de campeonatos internacionais e nacionais, temos a [Robocup-Federation ], a [Robocup-Junior ] e a Competição Latino Americana de Robótica [LARC ], que desde as últimas edições agrega outras competições, como a Competição Brasileira de Robótica (CBR), a Mostra Nacional de Robótica (MNR) e a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR). A [OBR ] é uma das olimpíadas científicas apoiadas pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPQ) e o Ministério da Educação, em parceria com a Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE/MEC), que tem como objetivo principal identificar novos talentos e estimular jovens estudantes do ensino fundamental e médio a seguirem carreiras científico-tecnológicas.

Este trabalho apresenta a proposta de integração das experiências de alunos do Laboratório de Robótica e Inteligência Computacional do Instituto Militar de Engenharia (IME), com alunos da escola de nível médio/técnico do Centro Profissionalizante em Tecnologia da Informação (CPTI) do município de Petrópolis. Além do desenvolvimento de vários projetos na área de robótica, o IME possui uma equipe de alunos denominada RoboIME, que possui uma boa experiência em competições de robótica de nível nacional e internacional. A ideia do projeto é aliar o conhecimento acumulado de uma das mais tradicionais instituições de ensino na área de exatas às experiências e o conhecimento em competições de robótica, para a capacitação de alunos e professores de nível médio do CPTI, auxiliando na formação de equipes de alunos de ensino médio para competirem em olimpíadas científicas e campeonatos de robótica. O objetivo principal do projeto é

utilizar o ambiente proporcionado pelas competições em robótica para estimular o pensamento computacional de jovens do ensino médio e contribuir com uma formação de qualidade de futuros profissionais de carreiras tecnológicas.

Na próxima seção, são apresentadas as instituições envolvidas no projeto. Na seção 3, são descritas as participações do IME em competições nacionais e internacionais e a participação do CPTI na OBR 2012. Na seção 4, é apresentada a metodologia de integração dos alunos do IME com os alunos do nível médio e, na seção 5, são descritas as experiências e os resultados obtidos nas competições. Na seção 6, propomos os trabalhos futuros e, finalmente, na sétima e última seção, uma breve conclusão do que relatamos neste trabalho.

## **2. Apresentação das Instituições Envolvidas no Projeto**

### **2.1. IME**

O [IME] é um estabelecimento de ensino do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT), responsável, no âmbito do Exército Brasileiro, pelo ensino superior de Engenharia e pela pesquisa básica. Ministra cursos de graduação, pós-graduação e extensão universitária para militares e civis. Insere-se no Sistema de Ciência e Tecnologia do Exército, cooperando com os demais órgãos, por meio da prestação de serviços e pela execução de atividades de natureza técnico-científica. O Instituto coopera, pelo ensino e pela pesquisa, também, para o desenvolvimento científico-tecnológico do país.

O laboratório de robótica e inteligência computacional está vinculado à seção de Engenharia da computação do IME e desenvolve vários projetos, que envolvem alunos de graduação e pós-graduação, dentre os quais destaca-se a equipe RoboIME de futebol de robôs (figuras 1 e 2).

Conforme descrito em [Robocup-SSL], no futebol de robôs, categoria *Small Size League (SSL)* da Robocup, a partida ocorre entre duas equipes, cada uma contando com, no máximo, 6 robôs. Os robôs jogam futebol com uma bola de golfe laranja, em um campo de dimensões 6,05m X 4,05m. Os objetos do campo são rastreados por 2 câmeras, localizadas acima do mesmo, que fornecem o sistema de visão da partida. Computadores centrais efetuam todo o processamento necessário para a coordenação e controle dos robôs de cada equipe. Esses comandos são enviados por comunicação sem fio para os robôs.

### **2.2. CPTI**

Criado pelo decreto Estadual número 40.959, de 27 de setembro de 2007, o [CPTI] abrange o ensino da educação básica e superior na área de Tecnologia da Informação, abrigando três Escolas: a Escola de Ensino Superior Tecnológico, representada pelo Instituto Superior de Tecnologia em Ciências da Computação, a Escola de Ensino Médio Técnico e a Escola de Formação Inicial e Continuada. O Centro é resultado de convênio assinado entre o Ministério de Ciência e Tecnologia do Governo Federal e a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Rio de Janeiro, representados pelo Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) e pela Fundação de Apoio a Escola Técnica (FAETEC), respectivamente.

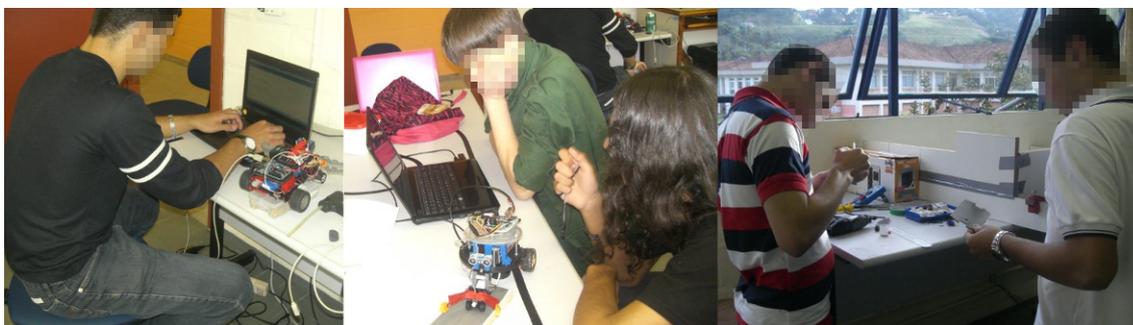
A Escola de Ensino Médio Técnico do CPTI oferece o curso em caráter concomitante para alunos de escolas localizadas no município de Petrópolis e arredores. Nesta



**Figure 1.** Campo de testes da equipe RoboIME.



**Figure 2.** Atual Plataforma Robótica da equipe RoboIME.



**Figure 3.** Alunos em projetos no laboratório de robótica do CPTI

modalidade de ensino, os alunos possuem aulas das disciplinas tradicionais, previstas no currículo das escolas de ensino médio, em suas escolas de origem e, no contra-turno, estudam as disciplinas tecnológicas, oferecidas pelo CPTI. Durante os três anos de curso, os alunos possuem aulas de linguagem e técnicas de programação (LTP), em que aprendem a linguagem Java nos níveis básico e avançado, redes de computadores, banco de dados, entre outros. Além das disciplinas, os alunos também participam de eventos e cursos, que contribuem para a sua formação profissional. Dessas iniciativas, surgiu a criação do laboratório de robótica do CPTI (figura 3), com a intenção de proporcionar um ambiente para o ensino da computação física e robótica. No laboratório, os alunos têm cursos básicos de eletricidade e eletrônica e podem aplicar os conhecimentos de programação, adquiridos nas disciplinas de LTP, em projetos físicos, bem como estimular e desenvolver sua capacidade criativa e inventiva.

### **3. Participações em Competições de Robótica**

#### **3.1. IME**

O IME, representado pela equipe RoboIME, esteve presente nas edições das principais competições nacionais e internacionais de Futebol de Robôs, na categoria SSL, nos últimos 3 anos. Em 2010, ingressou em sua primeira competição, o *Latin American Robotics Competition* [LARC-2010], realizado em São Bernardo do Campo, SP, evento que agregou equipes de países da América Latina, obtendo um desempenho satisfatório, levando em consideração que esta foi a sua primeira participação em eventos deste tipo.

No ano de 2011, a equipe disputou a Competição Brasileira de Robótica [CBR-2011], ocorrida em São João del Rey, Minas Gerais. Com a experiência adquirida na competição anterior, a equipe sagrou-se vice-campeã brasileira na categoria, demonstrando o êxito do projeto em um período considerado curto de tempo.

No corrente ano de 2012, mais especificamente no mês de junho, a equipe participou, pela primeira vez, da [Robocup-2012], a copa do mundo de Futebol de Robôs, evento realizado na Cidade do México, México. Tal equipe foi composta por seis integrantes presentes na competição e, mesmo na adversidade de enfrentar as melhores equipes do mundo, os robôs da equipe RoboIME (figura 4), descritos no *team description paper* como pode ser observado em [Madeira et al. 2012], demonstraram garra, jogando sem diferenciação qualitativa contra adversários com mais de 5 participações em competições de nível mundial.



**Figure 4. Partida da RoboIME na RoboCup 2012.**

### 3.2. CPTI

O CPTI participou da última edição da Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR 2012) na etapa prática do estado do Rio de Janeiro. O evento ocorreu na Sociedade Educadora de Vanguarda - Escola Parque, localizada na rua Marquês de São Vicente, 483, Gávea - Rio de Janeiro. Conforme as regras desta modalidade [OBR-Regras], os jovens devem enfrentar uma situação de simulação de resgate, em que robôs “bombeiros” (figura 5) devem ser capazes de se movimentarem autonomamente por uma arena (figura 6), composta por três salas, superando os desafios propostos pela organização do evento. O robô deve seguir linhas em um percurso com dificuldades de curvas, ângulos retos, falhas (*gaps*) nas linhas, desviar de obstáculos, superar detritos e resgatar uma vítima, colocando-a em uma área segura.

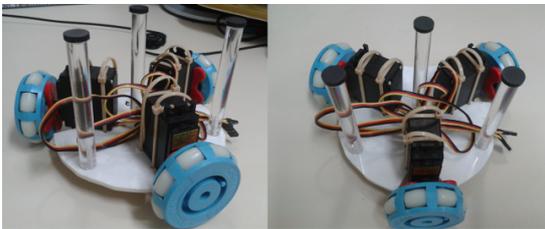
Foram selecionados seis alunos do segundo ano do médio técnico do CPTI que formaram duas equipes, construíram e programaram dois robôs para participarem da etapa prática da OBR. O Instituto Militar de Engenharia cedeu 4 robôs antigos, originalmente utilizados pela equipe RoboIME, para competições de futebol de robôs. Estes robôs serviram de base para os alunos do ensino médio construírem os seus próprios robôs. Dois alunos do laboratório de robótica do IME auxiliaram os alunos do CPTI, explicando o funcionamento do robô para futebol do IME (figura 7) e propondo opções para que as equipes participantes da OBR pudessem adaptá-lo para um robô de resgate (figura 8).



**Figure 5. Arena proposta na OBR 2012 (etapa prática - RJ)**



**Figure 6. Robos de resgate na OBR 2012 (etapa prática - RJ)**



**Figure 7. Base do robô do IME**



**Figure 8. Robô de resgate do CPTI**

#### **4. Metodologia de Integração IME-CPTI**

Os alunos do CPTI participantes da OBR 2012 e o professor responsável foram selecionados para participarem da proposta de integração Engenharia-Escola. Nesta proposta, os alunos de graduação do Instituto Militar de Engenharia transmitem suas experiências em competições de robótica para alunos do ensino médio.

Inicialmente, a integração entre IME-CPTI ocorreu pela participação dos alunos do IME na construção e montagem dos projetos dos robôs de resgate e na preparação dos alunos do CPTI para competições como a OBR. O principal objetivo foi agilizar o processo de maturação da aprendizagem dos diferentes conhecimentos necessários para a realização dos desafios propostos. A participação dos alunos do IME limitou-se às explicações de funcionamento da plataforma base e dos componentes eletrônicos envolvidos no processo de adaptação para o robô de resgate. Vale ressaltar que toda a construção e programação dos robôs que participam das competições é de total autoria dos alunos do ensino médio. Os alunos do IME e o professor responsável somente interferem dando sugestões e ideias para um melhor andamento dos trabalhos.

Na próxima etapa, os alunos do CPTI selecionados farão parte de reuniões periódicas da equipe RoboIME, participarão de treinos práticos e serão inseridos no grupo de discussões da equipe para acompanharem o desenvolvimento da plataforma de futebol de robôs do IME.

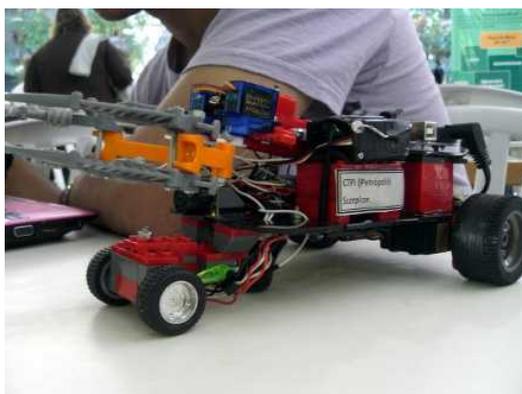
Sob orientação do professor e dos alunos do IME, poderão utilizar as instalações do laboratório de robótica do Instituto para desenvolvimento e melhoria de seus projetos.

Os alunos do IME envolvidos no projeto prepararão *workshops*, palestras e minicursos, com assuntos de interesse, como forma de preparação dos alunos do ensino médio.

## 5. Experiências e Resultados

A principal experiência consistiu na construção do robô de resgate para a competição de robótica da OBR 2012. Na primeira fase da construção do robô, os alunos do CPTI, em parceria com os alunos do IME, analisaram o trabalho realizado por [de Souza 2008], que descreve a plataforma de futebol de robôs cedida pelo IME para servir como modelo para o robô de resgate. Com base neste estudo e no trabalho de [Gioppo et al. 2009], duas equipes de alunos do CPTI construíram e programaram dois robôs-bombeiros para atuarem na competição. O primeiro robô (figura 9) foi denominado pelos alunos de Scorpion e foi construído utilizando os seguintes componentes:

- estrutura composta por chapa de acrílico e peças de lego.
- rodas de borracha acopladas a servo motores de rotação contínua
- barra de sensores de reflectância, composta por três sensores QRE1113 da sparkfun, para seguimento da linha
- um sensor de ultrassom Maxbotix LV-EZ0, para desvio de obstáculos e identificação da vítima
- garra com movimento vertical e de abrir e fechar, para recuperação da vítima
- Arduino UNO como microcontrolador

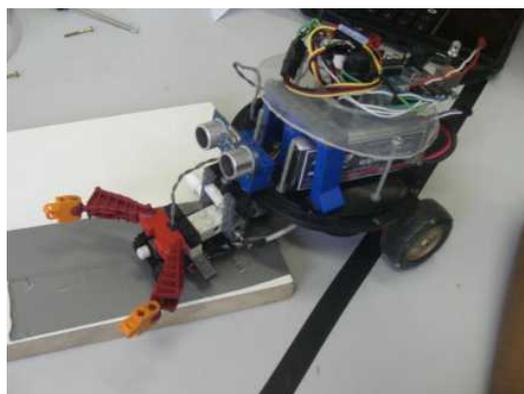


**Figure 9. Robô Scorpion - CPTI Petrópolis**

O segundo robô (figura 10) foi denominado pelos alunos de Wall-e. Para sua construção eles utilizaram os seguintes componentes:

- estrutura composta por base de cd e peças de lego
- rodas de borracha acopladas a servo motores de rotação contínua
- barra de sensores de reflectância composta por três sensores QRE1113 da Sparkfun, para seguimento da linha
- um sensor de ultrassom HC-Sr04, para desvio de obstáculos e identificação da vítima
- garra fixa, para recuperação da vítima
- Arduino UNO como microcontrolador

Diferentemente das outras equipes que competiram na OBR 2012, utilizando robôs baseados no [Lego-Mindstorms], as equipes do CPTI utilizaram a plataforma de código aberto [Arduino] como base para seus robôs. Similarmente a [Sipitakiat and Blikstein 2010], optou-se por uma plataforma aberta, devido ao baixo custo e flexibilidade de utilização de sensores e componentes eletrônicos disponíveis e por



**Figure 10. Robô Wall-e - CPTI Petrópolis**

representar, para os alunos, desafios maiores de criatividade e inventividade, reforçando ainda mais os objetivos deste projeto. Os dois robôs apresentavam códigos semelhantes, porém cada equipe usou sua própria estratégia para vencer os desafios propostos pela organização da OBR e realização da tarefa de resgate.

Apesar de as plataformas dos robôs não estarem totalmente estabilizadas e da pouca experiência, os alunos competiram de igual para igual com o restante das equipes da região e, independentemente do resultado das provas, saíram com a sensação de dever cumprido, propondo alterações e melhorias nos robôs e refletindo sobre planos e estratégias para as próximas competições.

## **6. Trabalhos Futuros**

Pelos resultados e pela observação do desempenho dos robôs nas competições, estão sendo planejadas, pelos alunos, uma série de alterações para melhoria do desempenho dos robôs de resgate do CPTI. Dentre as melhorias, estão a alteração do sistema de mobilidade de rodas para esteira, realocação da barra de sensores de linha, para permitir respostas mais rápidas e, principalmente, a estabilização da parte eletrônica com a montagem de circuito impresso dos robôs em questão.

Participação na RoboCup Junior:

- Preparação das equipes já existentes para participarem da modalidade *rescue* (resgate) da RoboCup Junior [RobocupJr-Rescue ].
- Criação de uma equipe para participar da modalidade *soccer* (futebol de robôs) da RoboCup Junior [RobocupJr-Soccer ].

## **7. Conclusões**

A crença de que uma criança aprende fazendo e pensando sobre o que realiza é relatada por grandes pensadores, como Dewey, Montessori e Piaget e defendida por [Papert 1971], que acrescenta o uso do computador como uma poderosa ferramenta para essa finalidade. Baseando-se no ciclo: planejamento, descrição, execução, reflexão e depuração, descrita em [Valente 1993], o jovem se torna o autor de sua própria aprendizagem.

Na construção, programação e testes dos robôs e, até mesmo, nas atuações dos alunos no momento das competições, pudemos observar a aplicabilidade de tais ideias.

Na medida em que visualizam um resultado, confrontando-o criticamente, repensam seu próprio raciocínio para atingir um objetivo. Nesse momento, o aluno passa a exercitar mais a lógica, e o erro se torna parte do processo de aprendizagem, sendo encarado de forma mais natural e não com o peso de uma derrota.

A atuação dos alunos na construção dos robôs e nas competições demonstra claramente que as propostas de eventos como a OBR e parcerias com instituições de ensino de engenharia de nível superior, como descrito neste trabalho, alcançam facilmente seu objetivo, estimulando o *pensamento computacional* e despertando o interesse de jovens para o estudo de robótica, engenharia e outras áreas tecnológicas.

## References

- Arduino. <http://www.arduino.cc/>.
- Blikstein, P. (2008). O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. <http://www.cgeducacao.com.br>.
- CBR-2011. <http://www.cbr2011.org/>.
- CPTI. <http://www.petropolis-tecnopolis.com.br/article.php3?idarticle=1150>.
- de Souza, M. A. F. (2008). Uma plataforma para a cooperacao autonoma de multiplos robos. Master's thesis, Instituto Militar de Engenharia.
- Gioppo, L. L., Higaskino, M. M. K., da Costa, R. F., and MEIRA, W. H. T. (2009). Robo seguidor de linha. UNIVERSIDADE TECNOLOGICA FEDERAL DO PARANA - DEPARTAMENTO ACADEMICO DE ELETRONICA/INFORMATICA : CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTACAO.
- IME. <http://www.ime.eb.br/>.
- LARC. <http://www.cbrobotica.org/>.
- LARC-2010. <http://www.cbr10.fei.edu.br/>.
- Lego-Mindstorms. <http://mindstorms.lego.com/en-us/default.aspx>.
- Madeira, B. E., de Almeida, D. F., de C. Maia Jr., E., Rodrigues, L. R. L., Rosa, P. F. F., Rodrigues, S. H., and do Amaral, T. A. N. (2012). Roboime : Team description paper for robocup 2012. *Robocup 2012 Symposium*.
- OBR. Olimpiada brasileira de robotica, <http://obr.org.br>.
- OBR-Regras. Regras da prova prática obr 2012: <http://obr.org.br/wp-content/uploads/2012/05/regrasregionaisobr20124.pdf>.
- Papert, S. (1971). *Teaching Children Thinking. Artificial Intelligence Memo Number 247 [microform] / Seymour Papert*. Distributed by ERIC Clearinghouse, [Washington, D.C.] :.
- Robocup-2012. Mexico city, <http://www.robocup2012.org/>.
- Robocup-Federation. <http://www.robocup.org/>.
- Robocup-Junior. <http://rcj.robocup.org/>.
- Robocup-SSL. <http://wiki.robocup.org/wiki/smallsizeleague>.

RobocupJr-Rescue. <http://rcj.robocup.org/rescue.html>.

RobocupJr-Soccer. <http://rcj.robocup.org/soccer.html>.

Sipitakiat, A. and Blikstein, P. (2010). Think globally, build locally: a technological platform for low-cost, open-source, locally-assembled programmable bricks for education. In Coelho, M., Zigelbaum, J., Ishii, H., Jacob, R. J. K., Maes, P., Pederson, T., Shaer, O., and Wakkary, R., editors, *Tangible and Embedded Interaction*, pages 231–232. ACM.

Valente, J. (1993). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Universidade Estadual de Campinas, Núcleo de Informática Aplicada à Educação.