

# **V WORKSHOP DE ROBÓTICA EDUCACIONAL**

**20 e 21 Outubro de 2014**

**São Carlos - SP**

## **ANAIS**

**Editora**

**Sociedade Brasileira de Computação - SBC**

**Organizadores**

**Luiz Marcos Garcia Gonçalves**

**Rafael Vidal Aroca**

**Realização**

**Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN**

**Universidade Federal de São Carlos - UFSCar**

**Promoção**

**Sociedade Brasileira de Computação - SBC**

**Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação - ICMC**

**Universidade de São Paulo - USP**

**ISBN 978-85-7669-292-8**

Crédito da foto da capa: Olimpíada Brasileira de Robótica

# Organização

---

## Organização

- Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves (UFRN)
- Prof. Dr. Rafael Vidal Aroca (UFSCar)

## *Program Chairs*

- Prof. Dr. Luiz Marcos Garcia Gonçalves (UFRN)
- Prof. Dr. Rafael Vidal Aroca (UFSCar)

## Membros do comitê de programa

- Aquiles Burlamaqui
- Carla Fernandes
- Dalton Tavares
- Flavio Tonidandel
- Humberto Ferasoli Filho
- Leonardo Cunha de Miranda
- Rene Pegoraro
- Sarah Thomaz
- Silas Alves
- Silvia Botelho
- Walter Fetter Lages

# Prefácio

---

"Knowledge is only part of understanding. Genuine understanding comes from hands-on experience"

-- Dr. Seymour Papert  
Professor of Learning Research  
MIT, EUA

A cada dia os pesquisadores e professores descobrem novas aplicações e observam novos resultados relacionados com o uso da robótica em ambientes educacionais. Além de aumentar a motivação dos alunos e proporcionar uma experiência única de aprendizado, através de atividades "mão na massa", a robótica também promove a inclusão digital e incentiva de forma natural o trabalho em equipe. Assim, torna-se cada vez mais interessante discutir e compartilhar experiências, ferramentas e estudos de caso sobre o uso da robótica na educação.

Com o apoio da Sociedade Brasileira de Computação (SBC), desde 2008, o Workshop de Robótica Educacional (WRE) vem buscando oferecer um fórum aberto e flexível para que pesquisadores e professores possam expor suas ideias, experiências, ou mesmo apenas participar como ouvinte, e possivelmente conhecer algum estudo de caso interessante que possa ser replicado em sua escola.

Em sua quinta edição, o WRE 2014 ocorre juntamente com um grande evento de robótica na cidade de São Carlos, que é o *Joint Conference on Robotics and Intelligent Systems (JCRIS)*. Este evento agrega, pela primeira vez, a maioria dos eventos de

robótica do Brasil e da América Latina, incluindo a Olimpíada Brasileira de Robótica, o Simpósio Brasileiro de Robótica, o RoboControl, o Latin American Robotics Symposium, dentre outros eventos. Aproveitamos para agradecer a Profa. Roseli Aparecida Francelin Romero, que com muita competência agregou todos eventos mencionados e deu total apoio a realização do WRE 2014.

O presente texto inclui os onze artigos aceitos para publicação no WRE 2014 após revisão de pelo menos 3 revisores e mais um artigo convidado do pesquisador João D'Abreu, pesquisador do NIED-UNICAMP, que ministrou a palestra de abertura. Estamos certos de que esses artigos contêm informações interessantes, que podem ser reutilizadas e adaptadas para um uso mais abrangente e contínuo da Robótica na Educação no Brasil.

Prof. Luiz Marcos Garcia Gonçalves (UFRN)

Prof. Rafael Vidal Aroca (UFSCar)

Outubro de 2014

# Sumário

---

<i>História do WRE</i>	7
<i>CardBot: Tecnologias assistivas para imersão de deficientes visuais na robótica educacional</i>	11
<i>SIRLab: Uma Evolução do Projeto Engenharia-Escola para Competições Robóticas</i>	17
<i>Experiência de Robótica com Materiais Alternativos na Escola Estadual Professor Luís Soares</i>	23
<i>ArduAlg: Ambiente de Programação Fácil para Robótica na Plataforma Arduino</i>	29
<i>Olimpíada Brasileira de Robótica: relatos da primeira regional em São Carlos-SP</i>	35
<i>Robótica Móvel Aplicada ao Ensino da Disciplina de Inteligência Artificial</i>	42
<i>EducAval - Método para Avaliação de Softwares para Robótica Educacional</i>	48
<i>Programação de robôs em diferentes níveis de abstração</i>	54
<i>Uma proposta de formação de professores para o uso de robótica na escola: as possibilidades da Teoria da Ação Comunicativa</i>	60
<i>Ensino tutorial de robótica em Ciência da Computação e Engenharia Elétrica</i>	67
<i>Simulador do Ambiente Educacional Didático de Robôs Móveis - AEDROMO</i>	73
<i>Robótica pedagógica: percurso e perspectivas (Artigo convidado)</i>	79

## História do WRE

---

A Robótica Educacional consiste em uma importante ferramenta interdisciplinar e motivacional que pode se constituir em importante auxílio ao processo de ensino-aprendizagem, por possibilitar a inserção tecnológica dos alunos na cultura digital e transformar informação em conhecimento.

Assim, nasceu o Workshop de Robótica Educacional, que foi idealizado com o objetivo de propiciar que pesquisadores e professores apresentem resultados de pesquisas e trabalhos acerca da Robótica Educacional. Espera-se que esse intercâmbio propicie o desenvolvimento de discussões e de novos projetos envolvendo a robótica nas escolas, assim como a melhoria das experiências desenvolvidas.

*Agora sim (que foi isso maquinista)*, esta é a quinta edição do WRE (2014 - em São Carlos), seguindo as edições bem sucedidas de 2008 – em Salvador, de 2010 – em São Bernardo do Campo, de 2012 – em Fortaleza, todas sempre em conjunto com a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), de 2013 – em Arequipa, em conjunto com a Olimpíada de Robótica Estudantil Peruana (ORE), além de uma edição especial na Robocup 2014. O WRE é um evento integrante do Simpósio Brasileiro de Robótica da Sociedade Brasileira de Computação e vem se consolidando, e significativamente aumentando o número de participantes em cada edição.

*Como dito antes, o dito cujo* teve nascimento no Estado da Bahia, na Capital, em 2008 onde ocorreram minicursos e mesas

redondas, além da apresentação de palestrantes convidados e empresas do setor. *Eita evento itinerante*, que em 2010 já *engatinhava* no Estado de São Paulo, onde, pela primeira vez, foi realizada uma chamada aberta de trabalhos para divulgar as pesquisas da área. Na ocasião, contou com a apresentação de 12 artigos científicos selecionados, palestras de pesquisadores convidados, apresentação de empresas que mostraram seus produtos e ferramentas robóticas. Em 2012, *olha, já era um toddler* no Ceará, onde contou com 18 trabalhos científicos apresentados, além das sessões de pôsteres da OBR que foram um sucesso entre os alunos do ensino médio e fundamental participantes da OBR. Em 2013, no Peru, o WRE, *já um boyzinho com 6 anos contados com o ano de seu nascimento*, aconteceu como evento integrante do Simpósio Latino Americano de Robótica, pois, *internacionalizou-se*. *Nas terras altas*, foram apresentados seis trabalhos científicos, além dos workshops de teses e dissertações que ocorreram juntamente com ele. Voltando ao Brasil, já em 2014, mas antes da edição corrente, *virou boy*, com uma edição especial ocorrendo atrelada à RoboCup Mundial, em João Pessoa. Na Capital Paraibana, contou com 8 palestras de pesquisadores da área de robótica educacional, do Brasil, de Portugal e do Peru, que discutiram suas experiências e mostraram o desenvolvimento das suas competições de robótica educacional, como incentivo à futura participação dos presentes. Na Robocup, foram realizadas ainda 3 oficinas que trataram do trabalho com robótica educacional em sala de aula. Ressaltamos a participação recorde dos professores nessa Edição Especial do WRE junto à Robocup, com inscrição de cerca de 700 pessoas.



Bom, ainda este ano, e já emancipado, o WRE deixou de ser *boyzinho* e já está quase na pré-adolescência, completando 07 anos, contados com o ano de seu nascimento, e, além das apresentações de onze artigos, teremos uma oficina e um minicurso.

O WRE tem como objetivo possibilitar que pesquisadores e professores divulguem resultados de suas pesquisas e trabalhos em escolas, de modo que o diálogo entre as diversas áreas fomente novas pesquisas e projetos envolvendo a robótica na escola. O WRE possibilita, ainda, a troca de experiências acerca da utilização da Robótica Educacional como uma ferramenta interdisciplinar e motivacional para o processo de ensino-aprendizagem bem como inserção tecnológica dos alunos na cultura digital.

Agradecemos à Organizadora Geral do Simpósio Brasileiro de Robótica, professora Roseli Aparecida Francelin Romero, por nos acolher como um dos eventos integrantes do JCRIS 2014. O pré-adolescente WRE agradece a todos os professores, alunos e participantes em geral que fizeram dele o sucesso que é hoje.

Desejamos boas vindas a todos.

Prof. Luiz Marcos Garcia Gonçalves  
Prof. Rafael Vidal Aroca



## CardBot: Tecnologias assistivas para imersão de deficientes visuais na robótica educacional

Renata Pitta Barros<sup>1</sup>, Victor Paiva Torres<sup>2</sup>, Aquiles Medeiros Filgueira Burlamaqui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Engenharia Elétrica e de Computação  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal – RN – Brasil

<sup>2</sup>Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia  
Natal, RN – Brasil

<sup>3</sup>Escola de Ciência e Tecnologia  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal, RN – Brasil

{repitta, vpaivatorres, aquilesburlamaqui}@gmail.com

**Abstract.** *This paper proposes new educational assistive technologies to enable the use of educational robotics with people with visual impairments or low vision. To enter the educational robotics in inclusive schools we emphasize two difficulties: the high cost of commercial hardware and the lack of accessibility in the software, since they are mostly in English or infographic. To solve these problems we propose an assistive educational technology with low cost. The first part of the solution is to build a carcass for the robot according to the paper folding techniques. The second part includes the programming of robots using paper cards in different formats. These cards will contain QR Codes that will be decoded using a cell phone camera.*

**Resumo.** *Este trabalho propõe novas tecnologias educacionais assistivas a fim de possibilitar o uso da robótica educacional junto a pessoas com deficiência visual ou baixa visão. Para inserir a robótica educacional em escolas inclusivas destacamos duas dificuldades: os altos custos dos hardwares comerciais e a ausência de acessibilidade nos softwares pois são, na sua maioria, em língua inglesa ou infográfica. Como solução desses problemas propomos tecnologias educacionais assistivas de baixo custo. A primeira parte da solução é construir uma carcaça de robôs conforme as técnicas de dobradura de papel. A segunda contempla a programação dos robôs utilizando cartões de papel em formatos distintos. Estes cartões irão conter QR Codes que serão decodificados utilizando a câmera do celular.*

### 1. Introdução

No mundo atual, a necessidade de renovação é um fenômeno social que ocorre em escala global. Dentro da área pedagógica, seguindo o paradigma de mudança defendido por Cassol [Cassol 2000], a educação também está acompanhando essa evolução tecnológica, o que proporcionou o surgimento do conceito de “novas tecnologias educacionais” [Levy and da Costa 1993]. Uma dessas tecnologias educacionais mais atuais é o uso de robôs em sala de aula, uma prática que recebe uma nova denominação: robótica educacional [Papert 1986]. Essa prática constitui-se numa ferramenta investigativa e lúdica

onde se emprega a criatividade do discente na criação de soluções de *hardware* e *software* visando à resolução de um desafio.

Ao longo dos anos é notório o crescimento dos relatos de experiências de robótica educacional em sala de aula para discentes do ensino infantil até o universitário [Eteokleous and Ktoridou 2014] [Gonzalez and Zalewski 2014] [AlHumoud et al. 2014], mas as oportunidades não são as mesmas para todos os alunos, especialmente para os portadores de deficiência. De acordo com a lei nº 7.853, de 24 de outubro de 1989 [da República Casa Civil 2014c], o acesso à educação e as oportunidades das práticas pedagógicas deveriam ser as mesmas para os discentes portadores de deficiência, o que infelizmente não é posto em prática. Raras são as experiências direcionadas para os alunos com algum tipo de deficiência. Na robótica educacional isso não é diferente. Ainda são insuficientes as oportunidades disponíveis de aprendizagem para esses discentes, especialmente para aqueles que possuem deficiência visual. Até então, para esses discentes, é muito escasso o ensino de conceitos básicos de computação utilizando a robótica educacional como ferramenta.

Esse cenário ocorre geralmente devido à ausência de interfaces acessíveis dos kits de robótica comerciais e à falta de conhecimento dos docentes em utilizar um método de ensino que não seja baseado em recursos visuais.

Portanto, o presente trabalho propõe uma ferramenta dedicada a esse fim, intitulada CardBot, possuindo o interesse em proporcionar e incentivar uma política de baixo custo para inserir os discentes deficientes visuais no mundo da robótica e da programação. A partir de interfaces alternativas, é possível envolver os discentes com deficiência visual em oficinas de robótica educacional.

O artigo está estruturado da seguinte forma: a Seção 2 discute aspectos conceituais relevantes como: deficiência visual e tecnologias assistivas, procurando elucidar definições e conceitos necessários ao entendimento do artigo. A Seção 3 traz um estudo dos trabalhos relacionados com o tema proposto neste artigo. A Seção 4 apresenta e discute os aspectos relacionados a concepção do RoboCard, quais os seus aspectos relevantes e a arquitetura utilizada, por meio de uma descrição arquitetural de seus componentes e detalhes gerais para sua concepção e por fim na Seção 5 fazemos as considerações finais.

## **2. Fundamentação Teórica**

Nesta seção trazemos uma discussão dos aspectos conceituais relevantes para compreensão do artigo. Iniciamos elucidando algumas definições como deficiência visual e tecnologias assistivas.

### **2.1. Deficiência Visual**

Em publicação recente a Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura(ONU) [une 2014] considera a expressão "pessoa portadora de deficiência" quando as limitações se enquadram nas categorias contidas no Decreto nº 3.298, de 20 de dezembro de 1999 [da República Casa Civil 2014a] e reafirmadas no Decreto nº 5.296 de junho de 2004 [da República Casa Civil 2014b].

Desse decreto destacamos a categoria da deficiência visual, no qual afirmar que: deficiência visual - cegueira, na qual a acuidade visual é igual ou menor que 0,05 no

melhor olho, com a melhor correção óptica; a baixa visão, que significa acuidade visual entre 0,3 e 0,05 no melhor olho, com a melhor correção óptica; os casos nos quais a somatória da medida do campo visual em ambos os olhos for igual ou menor que 60º; ou a ocorrência simultânea de quaisquer das condições anteriores.

Para o Instituto Benjamin Constant [ins 2014] a deficiência visual é uma categoria que inclui pessoas cegas e pessoas com visão reduzida. Na definição pedagógica, a pessoa é cega, mesmo possuindo visão subnormal, quando necessita da instrução em braile; a pessoa com visão subnormal pode ler tipos impressos ampliados ou com auxílio de potentes recursos ópticos.

## **2.2. Tecnologias Assistivas**

No Brasil, o termo tecnologia assistiva é relativamente novo, aproximadamente uma década. Na verdade, ajudas técnicas é o termo presente na legislação brasileira. Está descrito no Capítulo VII do decreto 5.296 de 20 de dezembro de 2004 para regulamentar a Política Nacional a Integração da Pessoa Portadora de Deficiência.

Segundo a legislação brasileira, o termo ajudas técnicas é: os produtos, instrumentos, equipamentos ou tecnologia adaptados ou especialmente projetados para melhorar a funcionalidade da pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, favorecendo a autonomia pessoal, total ou assistida [da República Casa Civil 2014b]. Ajudas Técnicas é o termo anteriormente utilizado para o que hoje se convencionou designar Tecnologia Assistiva.

Para Bersch [Bersch 2008] a tecnologia assistiva na educação especial não trabalha para resolver os problemas dos discentes, ela busca instrumentos que o auxiliem a resolver suas próprias questões. A autora ressalta que o fazer da tecnologia assistiva na escola busca, com criatividade, uma alternativa para que o discente realize o que almeja ou necessita.

## **3. Trabalhos Relacionados**

A RoboCard é uma proposta de tecnologia educacional assistiva baseada na metodologia de ensino utilizada na robótica educacional. Por se tratar de uma nova tecnologia assistiva aplicada ao ensino de robótica educacional existem poucos trabalhos diretamente relacionados ao tema do artigo.

Através de um levantamento sobre a produção científica nesse campo destacamos os trabalhos P-Cube [Kakehashi et al. 2013] e Bee-Bot [Kabátová et al. 2012].

O trabalho de Kakehashi [Kakehashi et al. 2013] apresenta uma ferramenta educacional com o propósito de ensinar programação de robôs para discentes com deficiência visual. O P-CUBE é composto por um robô móvel, um tapete de programação, blocos de programação e um computador.

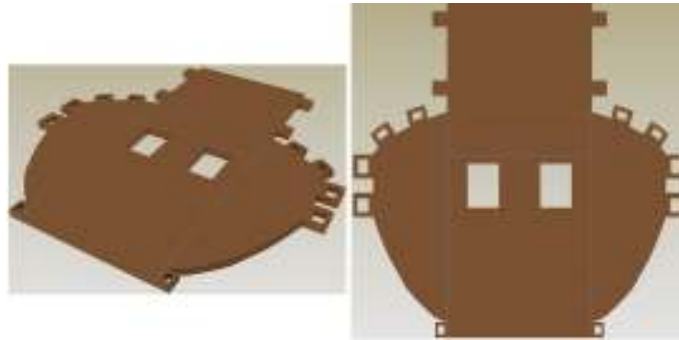
## **4. CardBot**

Nesta seção descrevemos as novas tecnologias assistivas educacionais propostas neste artigo a fim de possibilitar o uso da robótica educacional junto a pessoas com deficiência visual ou baixa visão. Como mencionado na Seção 1, identificamos dois problemas: O kit de montagem e a forma de programação dos robôs.

Para montagem da carcaça dos robôs será utilizada a técnica japonesa de dobradura de papel - ORIGAMI. Em princípio, utilizar papel não é uma boa solução estrutural, pois é um material mole e, possivelmente, não resistiria ao peso da placa de controle e os motores.

Assim, como solução para este problema, sugerimos o uso de papelão que por sua vez é mais resistente e ainda é possível realizar dobraduras e a um custo baixíssimo.

A Figura 1 ilustra um dos moldes para a carcaça do robô. Para marcar e cortar o papelão é mais indicado utilizar o serviço de uma gráfica gerando um custo de aproximadamente R\$ 50,00 reais para montar uma pequena quantidade de robôs, entretanto para confecção de mil unidades o custo é de R\$ 2,00 reais. A vantagem de utilizar os moldes é na diversidade e na adaptação que o docente pode fazer adequando assim a montagem com a habilidade os discentes com deficiência visual.



**Figure 1. Molde da carcaça em papel**

Nesta carcaça, pretendemos utilizar uma placa de controle de motores via celular como forma de locomoção conhecidos como *CellBots* [Aroca 2012].

Para programação propomos uma programação tátil com cartões de papel. Esse cartões tem formatos distintos para que o discente deficiente visual possa distinguir as ações do robô.

Cada cartão contém um QR Code que será decodificado através do aplicativo CardBot, proposto neste artigo. O CardBot é um aplicativo para sistema operacional Android, que visa controlar e programar qualquer *hardware* de robótica educacional a distância. A conexão entre o aplicativo e o robô é feita via bluetooth.

O CardBot possui três modos distintos de programação. O primeiro é o modo controlar, o segundo é o modo ensinar e o terceiro é o modo programar.

No modo controlar a programação é feita acionando a câmera do celular em busca de um *QR Code* contido no cartão. Quando a imagem do *QR Code* é capturada, o aplicativo realiza a decodificação da informação.

Para locomoção dos robôs, foram codificados cinco ações básicas. As ações são:

1. *Frente* (acionar dois motores no sentido horário e ao mesmo tempo)
2. *Trás* ( acionar dois motores no sentido anti-horário e ao mesmo tempo)
3. *Direta* ( acionar dois motores em sentidos contrários ao mesmo tempo)
4. *Esquerda* ( acionar dois motores em sentidos contrários ao mesmo tempo)

### 5. Parar ( desligar dois motores ao mesmo tempo)

Cada ação foi codificada em um *QR Code* como visto na Figura 2. A mensagem de texto associada a cada *QR Code* foi: **f** - frente **t** - trás **d** - direta **e** - esquerda **p** - parar.

A mensagem codificada também inclui o tempo em segundos de cada ação. Por exemplo, desejo que o robô se locomova para frente por 20 segundos, a mensagem codificada no *QR Code* é "f,20".

Uma vez decodificada e interpretada a informação do *QR Code*, o aplicativo envia via *Bluetooth* à informação para a placa de controle. Cada placa recebe e interpreta a informação para controlar os motores. Para que a próxima ação seja executada, é necessário colocar outro cartão que será capturado e, então, o processo se repete. Este processo é ilustrado pela Figura 3.



Figure 2. *QR Code*. a) frente  
b) trás c) direta d) esquerda  
e) parar



Figure 3. Conexão *Bluetooth*

No modo ensinar e no modo programar, o aplicativo funciona semelhante ao modo controlar. Suas diferenças são: no modo ensinar os *QR Codes* que foram decodificados no modo controlar são armazenados e o robô repete as mesmas ações. Já no modo programar os *QR Codes* serão lidos em sequência e só ao final da leitura o robô executa as ações.

Dessa forma com uma interface de programação tangível projetada para ensinar lógica de programação para deficientes visuais, sem a necessidade de leitura e escrita, os discentes com deficiência tem a possibilidade de brincar e aprender conceitos de computação como: algoritmos e sequência de instruções. Logo, desenvolve-se uma mentalidade lógica necessária para aprender programação.

## 5. Conclusão

Em vista dos argumentos apresentados neste artigo acreditamos que com o uso das tecnologias educacionais assistivas de baixo custo é possível tornar-se acessível à robótica educacional para os deficientes visuais. Somos levados a acreditar que o docente possa capacitar os deficientes visuais através da ferramenta proposta neste trabalho. Nosso interesse é que os deficientes visuais se tornem pessoas capazes de criar tecnologia.

A robótica educacional é uma ferramenta incrível a qual capacita às pessoas e altera a perspectiva sobre a resolução de problemas de lógica em geral. Acreditamos que ao assimilar conteúdos de lógica, será mais simples assimilar outros conteúdos relacionados ao currículo escolar tradicional.

Desta maneira, é possível realizar uma integração do deficiente visual em práticas sociais, especialmente nas que envolvem o uso de novas tecnologias no contexto socioeducacional, uma vez que as habilidades são internalizadas gradualmente.

Conjuntamente, esperamos contribuir para que outros pesquisadores utilizem nossas tecnologias de forma experimental com o propósito de gerar mais resultados para literatura nessa área.

## References

- (2014). Instituto benjamin constant.
- (2014). Organização das nações unidas para a educação, a ciência e a cultura.
- AlHumoud, S., Al-Khalifa, H. S., Al-Razgan, M., and Alfaries, A. (2014). Using app inventor and lego mindstorm nxt in a summer camp to attract high school girls to computing fields. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014 IEEE*, pages 173–177. IEEE.
- Aroca, R. V. (2012). *Plataforma robótica de baixíssimo custo para robótica educacional*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Bersch, R. (2008). Introdução à tecnologia assistiva. *Porto Alegre: Centro Especializado em Desenvolvimento Infantil [CEDI]*.
- Cassol, P. B. (2000). Globalização e educação: elementos para repensar a atuação do professor face as mudanças tecnológicas no atual contexto.
- da República Casa Civil, P. (2014a). Decreto nº 3.298 de 20 de dezembro de 1999.
- da República Casa Civil, P. (2014b). Decreto nº 5.296 de 2 de dezembro de 2004.
- da República Casa Civil, P. (2014c). Decreto nº 7.853 de 24 de outubro de 1989.
- Eteokleous, N. and Ktoridou, D. (2014). Educational robotics as learning tools within the teaching and learning practice. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014 IEEE*, pages 1055–1058. IEEE.
- Gonzalez, F. and Zalewski, J. (2014). A robotic arm simulator software tool for use in introductory robotics courses. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON), 2014 IEEE*, pages 861–866. IEEE.
- Kabátová, M., Jašková, L., Lecký, P., and Laššáková, V. (2012). Robotic activities for visually impaired secondary school children. In *3rd International Workshop, Teaching Robotics, Teaching with Robotics*.
- Takehashi, S., Motoyoshi, T., Koyanagi, K., Ohshima, T., and Kawakami, H. (2013). P-cube: Block type programming tool for visual impairments. In *Technologies and Applications of Artificial Intelligence (TAAI), 2013 Conference on*, pages 294–299. IEEE.
- Levy, P. and da Costa, C. (1993). *tecnologias da inteligência*, As. Coleção TRANS. EDITORA 34.
- Papert, S. (1986). *LOGO: computadores e educação*. Comunicação e informática. Brasiliense.



# SIRLab: Uma Evolução do Projeto Engenharia-Escola para Competições Robóticas

Alberto Torres Angonese<sup>1 3</sup>, Eduardo Krempser<sup>1 2</sup>, Paulo Fernando Ferreira Rosa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro – FAETERJ/Petrópolis  
Petrópolis – RJ – Brazil

<sup>2</sup>Laboratório Nacional de Computação Científica – LNCC  
Petrópolis – RJ – Brazil

<sup>3</sup>Instituto Militar de Engenharia – IME  
Rio de Janeiro – RJ – Brazil

angonesealberto@gmail.com, krempser@lncc.br, rpaulo@ime.eb.br

**Abstract.** *This paper describes the results of an Engineering–School project for robotic competitions. The initial proposition is integrate master and undergraduate students from the Military Institute of Engineering with high school students from the Centro Profissionalizante em Tecnologia da Informação - CPTI Petrópolis. The aim of the project, is to create of teams to participate in robotics competitions and, consequently, stimulate the interest in engineering, computing and robotics, contributing to the quality of education for future professionals in these areas. In short time, not only high school students, but also undergraduate students, were very interested in the project. From this point, the project has evolved into creation of the Intelligent Systems and Robotics Laboratory – SIRLab. Currently, the SIRLab is composed of high school and undergraduate students that work together on different projects contributing to educational skills at all levels of the institution.*

## 1. Introdução

As áreas de ciências exatas sempre apresentaram grandes desafios para a educação no Brasil e em outras partes ao redor do mundo, fato que pode ser constatado pela alta carência de profissionais, como por exemplo engenheiros. O governo Brasileiro, não alheio a este problema, divulga através do CNPq (*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico*) e Cia. do Vale do Rio Doce a chamada pública *CNPq/Vale nº 5/2012 Forma Engenharia*, com o objetivo de estimular jovens estudantes à ingressarem em cursos superiores das áreas de exatas, em especial de engenharias. O trabalho apresentado na edição de 2012 do WRE (Workshop de Robótica Educacional) [Angonese et al. 2012], foi submetido como projeto à esta chamada e contemplado.

Inicialmente a proposta do projeto Engenharia–Escola foi integrar alunos 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. A ideia foi 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 para competirem em olimpíadas científicas.

Em pouco tempo os alunos do curso superior do CPTI se interessaram pelos projetos de robótica e formaram uma equipe de futebol de robôs para competirem na CBR 2013 na categoria *IEEE Very Small Size*, dando início, juntamente com as equipes do médio, à criação do Laboratório de Sistemas Inteligentes e Robótica - SIRLab. Atualmente o SIRLab possui duas equipes de alunos do ensino médio que competem na OBR (Olimpíada Brasileira de Robótica), duas equipes de alunos do ensino superior que competem nas categorias de futebol de robôs *IEEE Very Small Size* e *Robocup 2d Simulation*.

O objetivo principal do SIRLab é utilizar o ambiente proporcionado pelas competições em robóticas para estimular o pensamento computacional, [Blikstein 2008] de jovens do ensino médio e superior, integrando todos os níveis educacionais da instituição (CPTI) e contribuir com uma formação de qualidade de futuros profissionais de carreiras tecnológicas.

Na próxima seção é apresentada a instituição CPTI e na seção 3 o Laboratório SIRLab. Na seção 4 são descritas as experiências e os resultados obtidos pelas equipes nas competições. Na seção 5 propomos os trabalhos futuros e, finalmente, na 6 algumas considerações do trabalho são discutidas.

## **2. CPTI - Centro Profissionalizante em Tecnologia da Informação**

O Centro Profissionalizante em Tecnologia da Informação (CPTI) foi criado em setembro de 2007, abrangendo todos os níveis de ensino, da educação básica à superior, na área de Tecnologia da Informação, abrigando três Escolas: a Escola de Ensino Superior Tecnológica, representada pela Faculdade de Educação Tecnológica do Estado do Rio de Janeiro (FAETERJ Petrópolis), 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 a 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 modalidade de ensino, os alunos possuem aulas das disciplinas tradicionais previstas no currículo das escolas de ensino médio, na sua escola de origem, e no contra turno estudam as disciplinas tecnológicas oferecidas pelo CPTI. A escola de ensino superior Faeterj - Petrópolis é um curso tecnólogo em Tecnologia da Informação com foco principal no mercado de trabalho.

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 1), atualmente denominado SIRLab (Laboratório de Sistemas Inteligentes e Robótica), com a intenção de proporcionar um ambiente para o ensino da computação física e robótica. No laboratório os alunos tem cursos básicos de eletricidade e eletrônica e podem aplicar os conhecimentos de programação adquiridos nas disciplinas em projetos físicos, bem como estimular e desenvolver sua capacidade criativa e inventiva.

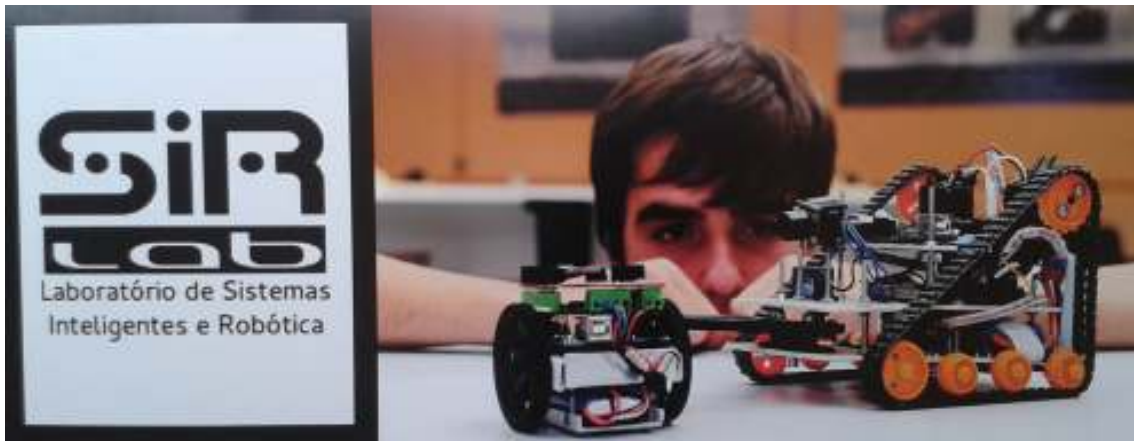


Figura 1. Laboratório de Sistemas Inteligentes e Robótica - SIRLab

### 3. SIRLab

No SIRLab são desenvolvidos diversos projetos na área de robótica e inteligência computacional, dos quais destacamos a formação de equipes de alunos do ensino médio e superior para participação em competições robóticas. Dentre as competições robóticas que tem sido promovidas no Brasil e ao redor do mundo, destacamos a Competição Brasileira e Latino Americana de Robótica (CBR / LARC) e a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR).

Integram o SIRLab, alunos da escola de nível médio técnico que formam as equipes que participam das competições de resgate proporcionada pela OBR e alunos de nível superior da FAETERJ que compõem a equipe de futebol de robôs na categoria *IEEE Very Small Soccer*.

Na OBR os alunos enfrentam uma situação de resgate, onde robôs “bombeiros” devem ser capazes de se movimentarem autonomamente por uma arena, composta por três salas, superando os desafios propostos pela organização do evento. O robô deve seguir linhas num 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.

A *IEEE Very Small Size* é uma categoria de futebol de robôs que proporciona o estudo e a aplicação de sistemas cooperativos envolvendo agentes inteligentes em um ambiente altamente dinâmico, utilizando sistemas híbridos de controle. Os alunos desenvolvem um sistema que é executado em um computador localizado fora do campo, o qual envia comandos de posicionamento para os robôs, baseando-se na informação visual, desempenhando o processamento necessário para a coordenação e controle dos robôs. A comunicação é sem fio e utiliza transmissor/receptor de radio frequência disponível comercialmente. A distribuição das tarefas entre os robôs é definida por um sistema inteligente, o qual deve ser capaz de determinar as melhores estratégias a serem tomadas em cada situação enfrentada durante a partida. Portanto, propiciando não só o ensino e aplicação de conhecimentos em robótica, mas também conhecimentos em inteligência computacional.

Além das competições e estímulo ao ensino de computação dentro da instituição, o

laboratório tem a finalidade de propiciar suporte a diversas outras atividades, por exemplo, ao projeto de Educação Inclusiva.

### 3.1. Participação em Competições

Desde a sua criação, o SIRLab participa das competições anteriormente mencionadas, OBR e CBR, com equipes de nível técnico e superior para as categorias de resgate e futebol de robôs. Neste ano o SIRLab amplia sua participação na CBR com sua equipe na categoria *RoboCup Simulation 2D*.

Em sua primeira participação em 2012 o SIRLab levou à OBR duas equipes, elevando esse número para três em 2013 e novamente dois em 2014. Cada equipe é formada por quatro alunos do ensino técnico, os quais são responsáveis por elaborar projetos independentes.

A construção dos projetos de resgate para a participação na OBR visam essencialmente o ensino, com esse enfoque, e considerando o perfil de desenvolvimento de *softwares* do CPTI, valoriza-se o uso de plataformas abertas e de maior interação do aluno à programação dos robôs. Por essa razão, a maioria dos projetos desenvolvidos pelos alunos do ensino médio utilizam de uma plataforma denominada Arduino (<http://www.arduino.cc>) e a construção dos robôs com base em elementos básicos de robótica. Buscando-se assim um compromisso entre o grau de complexidade da eletrônica e da computação. Entretanto, neste ano uma das equipes do SIRLab na OBR dedicou-se ao estudo da programação Java em uma plataforma educacional denominada LEGO Mindstorm (<http://mindstorms.lego.com>).

Em 2013 o SIRLab ainda organizou o Torneio Juvenil de Robótica (<http://www.torneiojrobotica.org/>), com a participação das equipes do CPTI e de escolas de Duque de Caxias e do Rio de Janeiro. Nesse torneio foram disputadas provas de sumô de robôs, cabo guerra, resgate e uma categoria denominada Viagem ao Centro da Terra, na qual o robô deve autonomamente recolher duas caixas de um caminho previamente definido.

Para o ensino superior, o SIRLab participou no ano de 2013 da categoria *IEEE Very Small Size* na Competição Brasileira de Robótica em Fortaleza – CE [Rosa et al. 2013]. Nessa categoria desenvolve-se três robôs (Figura 2) para a participação em uma partida de futebol. As informações da partida são obtidas por meio de uma câmera sobre o campo e enviadas ao computador que processa as imagens, define as ações a serem realizadas e as transmite aos robôs.

A participação nessa categoria permite o estudo e aplicação de diversas áreas do conhecimento, entre elas destacam-se a eletrônica aplicada na construção dos robôs, o processamento de imagens necessário para a detecção dos posicionamentos dos robôs por meio da câmera, a inteligência computacional aplicada na definição das ações de cada robô e a transmissão sem fio de dados.

Valendo-se das ideias elaboradas para a construção das estratégias aplicadas durante a partida, ampliou-se neste ano a participação do SIRLab na CBR, formando-se uma equipe para a categoria *RoboCup Simulation 2D*, na qual deve-se elaborar estratégias para uma equipe de futebol, participando de jogos simulados em um ambiente de duas dimensões.



**Figura 2. Robôs do SIRLab na CBR2013**

A ampliação das categorias que o SIRLab participa deve-se também a ampliação do interesse dos alunos do CPTI ao estudo da robótica e da inteligência computacional. Desde o início da participação do laboratório nas competições e a apresentação dos projetos no instituto, o SIRLab recebe a cada dia mais atenção dos alunos.

#### **4. Experiencias e Resultados**

- **OBR 2012** (primeira participação)
  - apesar de terem somente alcançado as últimas colocações, os alunos retornaram motivados e com muitas ideias de melhorias para os robôs.
- **OBR 2013**
  - 6º lugar na competição,
  - prêmios de inovação e robustez.
- **CBR 2013**
  - 6º lugar na competição.
- **TJR - Torneio Juvenil de Robótica**
  - 1º lugar na competição de resgate,
  - 1º lugar na competição viagem ao centro da terra.
- **III Feira FAPERJ**
  - A FAPERJ (Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro) promove anualmente uma feira para exibição dos projetos que apoia. No evento foi apresentado o projeto SIRLab e foram exibidos os robôs desenvolvidos pelos alunos.
- **Semana Carioca Brasil-Alemanha**
  - A partir da exibição na feira da FAPERJ, a equipe vencedora do TJR - Categoria Viagem ao Centro da Terra, composta por alunos do primeiro ano do ensino médio/técnico, foi convidada para participar da Semana Carioca Brasil Alemanha. O evento reuniu empresários de vários setores de empresas alemãs e cariocas e apresentou projetos de destaque do estado do Rio de Janeiro.

## 5. Trabalhos Futuros

O desenvolvimento e aprimoramento dos robôs das competições é uma tarefa contínua a ser realizada pelos alunos integrantes do SIRLab, mas além desse desenvolvimento, espera-se a integração do laboratório com projetos do Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC) que envolvem Computação Evolutiva e Aprendizagem de Máquina. Os projetos (principalmente os do futebol de robôs) proporcionam um ambiente favorável para testes de novos modelos desenvolvidos, por grupos parceiros do LNCC.

Almeja-se também a criação de projetos de Robótica Assistiva e de Educação Inclusiva que destinam-se ao desenvolvimento de metodologias e tecnologias que apoiem a educação e inclusão de pessoas com necessidades especiais. O SIRLab pode apoiar tais projeto na construção de novas tecnologias assistivas que suportem as iniciativas de inclusão de alunos com as mais variadas formas de necessidades, por exemplo, na construção de interfaces de uso natural.

## 6. Conclusões

A ideia de que o aluno pode se tornar o autor de sua própria aprendizagem é defendida por [Papert 1971], em que se propõe o uso do computador como uma ferramenta para dar significado à aprendizagem, sendo reforçada pela aplicação da computação física, baseando-se no ciclo: planejamento, descrição, execução, reflexão e depuração, apresentado por [Valente 1993], tornando-se uma realidade cada vez mais presente nos veículos educacionais.

As experiências e resultados obtidos pelas equipes do SIRLab mostram que o laboratório tem sido um ponto de integração e motivação para os alunos do médio/técnico e superior.

## Agradecimentos

Atualmente, os projetos do SIRLab contam com o apoio do CNPq, FAPERJ, da FAETEC pela direção do CPTI/FAETERJ - Petrópolis e do Instituto Militar de Engenharia através do Laboratório de Robótica e Inteligência Computacional, aos quais devotamos nossos agradecimentos.

## Referências

- Angonese, A., Rodrigues, S., and Rosa, P. F. F. (2012). Projeto de integração engenharia escola para competições de robótica. *Workshop of Robotics in Education WRE 2012*.
- Blikstein, P. (2008). O pensamento computacional e a reinvenção do computador na educação. <http://www.cgceducacao.com.br/canal.php?c=4&a=10552&i=0>.
- Papert, S. (1971). *Teaching Children Thinking. Artificial Intelligence Memo Number 247 [microform] / Seymour Papert*. Distributed by ERIC Clearinghouse, [Washington, D.C.] :.
- Rosa, J., Neiva, O., Moreira, L., Paula, R., Balanda, M., Lopes, A., Barbosa, B., Mury, C., Krempser, E., and Angonese, A. (2013). Descrição da equipe sirsoccer para a categoria ieee very small soccer. *Competição Brasileira de Robótica CBR 2013*.
- Valente, J. (1993). *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Universidade Estadual de Campinas, Núcleo de Informática Aplicada à Educação.

## Experiência de Robótica com Materiais Alternativos na Escola Estadual Professor Luís Soares

Mariêta Cunha do Nascimento<sup>1</sup>, Carlos A. G. Fonseca<sup>1</sup>, Luiz M. G. Gonçalves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ciências da Computação - Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN) - Natal, RN – Brasil

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

marietacn@hotmail.com, carlosandre@uern.br, lmarcos@natalnet.br

**Abstract.** *This paper describes a methodology for low cost educational robotics that was applied to help the teaching-learning process of students in 6<sup>th</sup> and 7<sup>th</sup> grades of a fundamental school in Natal, RN, named Professor Luís Soares State School. Students were unmotivated and with low performances at school, especially in math. Several meetings took place as part of this Robotics Workshop during time period in which the teachers were involved in the Project More Education (“Mais Educação”). Questionnaires were applied to identify the level of knowledge of each student in comparison to all the other students enrolled in the workshops. To this end, we perform an analysis of these questionnaires and of the student’s performance on Math class, applied in each term, and after the conclusion of the workshops.*

**Resumo.** *Este trabalho descreve uma metodologia para robótica educacional de baixo custo que foi aplicada para ajudar o processo ensino-aprendizagem de estudantes do 6.º e 7.º ano da Escola Estadual Professor Luís Soares, em Natal, RN. Tais alunos estavam desmotivados e com baixo rendimento escolar principalmente em matemática. Vários encontros foram realizados como parte da Oficina de Robótica no turno em que os educandos participavam do Projeto Mais Educação. Foram aplicados questionários para identificar o nível de conhecimento dos alunos sobre os assuntos abordados nas oficinas. Ao final do trabalho fazemos uma análise desses questionários e dos resultados dos alunos na disciplina de Matemática das unidades antes e depois da realização das oficinas.*

### 1. Introdução

Como explicitado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997) e na Lei de Diretrizes de Bases da Educação Nacional (2013): A escola deve ter embutido em seu eixo a preocupação de formar cidadãos críticos e socialmente capazes de interferir no mundo e explorar os mais diversificados temas transversais, tais como o meio ambiente e tecnologias. O relatório Delors divulgado no Caderno da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) apresenta os quatro princípios-pilares do conhecimento para a nova educação do milênio, os quais se encaixam perfeitamente na robótica educacional, pois prega o Aprender a Conhecer (busca de uma

cultura geral e atual), Aprender a Viver Juntos (participação, compreensão, solidariedade e respeito à cultura e aos valores), Aprender a Fazer (competência técnica, profissional e habilidade) e Aprender a Ser (busca do conhecimento integral como atores responsáveis, justos, conhecedores do mundo que os rodeiam, com pensamento criativo e crítico). Estes pilares não podem ser vistos isoladamente, pois são interdependentes e se fundamentam numa concepção de totalidade dialética do sujeito. [Werthein e Célio 2005].

A robótica educacional atende o estabelecido por estes três documentos, pois agrega a utilização da tecnologia à necessidade de reutilização de materiais, ao trabalho em grupo, a colaboração, solidariedade, criatividade, respeito a diferentes opiniões, desenvolvimento de habilidades e aumento de autoestima.

Piaget (1976, apud Botelho et al, 2010), afirma que uma das chaves principais do desenvolvimento do sujeito é sua ação sobre o mundo e o modo pelo qual isto se converte num processo de construção interna. Assim a robótica educacional contribui para o desenvolvimento do educando e o estimula a ser um sujeito participativo dentro de um espaço colaborativo na construção do seu conhecimento e do seu grupo. Ela exercita e instiga à curiosidade, a intuição e a autonomia se constroem na experiência de inúmeras decisões tomadas [Freire 2002, apud Botelho et al 2010]. De forma lúdica, o aluno constrói na prática suas hipóteses e aplica seus conhecimentos, testando e analisando os resultados (Ananias et al, 2012).

Neste sentido realizamos a Oficina de Robótica para motivar o estudo e a aprendizagem de um grupo de alunos do 6º e 7º anos, do ensino fundamental da Escola Estadual Professor Luís Soares, pois foi observado que tais alunos estavam desmotivados e tinham dificuldades na realização das operações básicas da matemática.

Na seção 2 será descrita o modelo de oficina. O robô desenvolvido em conjunto pelos alunos é detalhado na seção 3. A análise dos questionários e dos resultados obtidos pelos alunos na disciplina de Matemática nas unidades antes e depois da realização da oficina é feita na seção 4. Por fim, são comentadas as conclusões sobre a utilização da robótica como ferramenta de motivação, reforço e mediação na construção e ampliação do conhecimento no processo ensino-aprendizagem dos alunos.

## **2. Oficina**

Como mencionado anteriormente, vários encontros foram realizados como parte da Oficina de Robótica Educacional realizada na Escola Estadual Professor Luís Soares tiveram o propósito de motivarem os alunos participantes a serem sujeitos ativos em seu processo de ensino-aprendizagem, explorarem a criatividade, estimularem o trabalho em grupo e aumentarem a autoestima. Além disso, visou contribuir com a educação ambiental. Para tanto optamos por estimular os alunos a construir um robô utilizando materiais alternativos, alguns sugeridos no início da oficina e outros colhidos pelos próprios alunos.

No primeiro encontro, iniciamos a Oficina de Robótica, lançando um problema ao grupo que exigia resolução prática a partir de um conjunto de materiais alternativos. Observamos que isto gerou interesse e outros resultados positivos que se apresentaram na forma da curiosidade, imaginação e criatividade; da discussão e troca de



informações, da cooperação entre os grupos, do aceitar opiniões do grupo, do uso do raciocínio lógico, das reflexões; aumento na autoestima, motivação em fazer, refazer e aprender. Dessa maneira, contribuindo com a autonomia na tomada de decisão para a resolução dos problemas e a educação dos alunos, como diz Paulo Freire [1993 apud Ortolan 2003]: “ninguém educa ninguém, como tão pouco ninguém se educa a si mesmo: os homens se educam em comunhão, mediados pelo mundo.”

A metodologia utilizada a partir do segundo dia da oficina até o final ocorreu da seguinte forma: iniciávamos com uma breve retomada do que tinha acontecido na aula anterior; em seguida começávamos o que tínhamos acordado na aula passada. Neste momento, os alunos discutiam nos grupos, entre eles, no intuito de realizar a atividade. Cada aula foi dividida em uma parte teórica com conceitos de robótica e grande parte com a prática. Para a realização das práticas cada componente dos grupos ficava na incumbência de trazer material e pensar no que ia ser construído. O término da atividade proposta culminava com a socialização do que tinha sido feito na aula.

Além de estudarem robótica, os alunos foram incentivados a estudar os conteúdos de matemática e história, pois ficou estabelecido que o robô construído por eles seria utilizado no Campeonato do Conhecimento a ser realizado ao final da oficina e que neste campeonato seria cobrado principalmente conteúdos de matemática.

Destacamos que os primeiros robôs foram montagens simples, mas depois gradativamente atingiram um grau de maior complexidade, onde se incorporou motores, rodas, eixos, circuitos, jumpers, pilhas e placa Arduino. Depois o robô foi controlado por comandos escritos na linguagem de programação Arduino.

Tudo isto contribuía para o enriquecimento do grupo. Ao colher materiais, planejar e realizar uma montagem, o aluno dá vida aos seus conhecimentos e internaliza outros até então desconhecidos ou passíveis de dúvidas [Ortolan 2003]. Logo, ao construir seu robô, o aluno trabalha com a construção e reconstrução de conceitos já adquiridos e incorpora novos conhecimentos na sua base de aprendizagem; sendo assim o construtor do seu próprio saber, desencadeando desta forma uma aprendizagem significativa, dentro de um ambiente de aprendizagem e/ou reforço desta [Ananias et al 2012].

Ao término da Oficina de Robótica foi realizado o Campeonato do Conhecimento. Esta competição foi organizada juntamente com os alunos que coletaram fotos e dados históricos dos monumentos do Corredor Cultural de Natal, assim foi montado uma réplica deste cenário por onde o robô andou. A dinâmica do campeonato ocorreu da seguinte forma: o robô saía do início do corredor e parava em frente à imagem de um dos monumentos, neste momento o aluno que estava no controle do robô tinha um minuto para dizer o nome e a data da fundação do monumento. Se as respostas fossem corretas ele tinha acesso ao que denominamos de cofre do monumento onde havia cartinhas que continham questões de matemática ou Robótica; caso acertasse a questão retirada do cofre, ele ganharia um ponto e poderia visitar outro monumento para tentar somar mais um ponto. Depois outro grupo passava a controlar o robô. Se o grupo que estava controlando o robô não respondesse corretamente, o próximo grupo tentava responder a questão em pauta, se este acertasse, passava a ter o controle do robô, mas se não acertasse, perdia a chance de visitar o monumento e tudo voltava para o grupo anterior. Se nenhum grupo respondesse corretamente, o primeiro grupo tinha a chance

de começar tudo novamente; então, tudo se repetia até terminar as questões guardadas no cofre dos monumentos. No final ganhou um prêmio quem contabilizou maior pontuação.

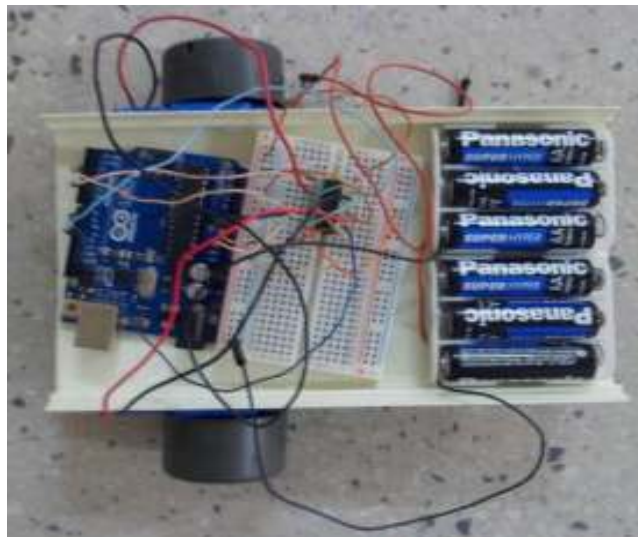
Assim, com a realização da oficina, esperava-se que os alunos melhorassem suas autoestimas, seus desempenhos nas disciplinas exploradas, assim como tivessem uma maior motivação para o estudo e o trabalho em grupo, pois, segundo Zilli (2004) a robótica educacional promove o desenvolvimento da inteligência lógico-matemática, inter e intrapessoal, pois envolve aspectos como o trabalho em grupo, planejamento de ações, projeto do modelo a ser construído e reconstrução, resolução de problemas no contexto real, possibilitando o desenvolvimento de competências, habilidades, responsabilidades, autoestima, persistência, socialização e troca de experiências.

Enfim, neste pensamento, corroboramos com SAMPAIO (2009, p.6): “O importante [...] não é o de fazê-los encontrar respostas corretas pela simples aplicação de fórmulas, mas dar-lhes a oportunidade de tornarem-se aprendizes ativos, [...] das quais podem desenvolver seu próprio conhecimento [...]”.

### 3. O Robô

Para a construção do robô utilizado no Campeonato do Conhecimento sugerimos aos alunos a utilização de dois motores reaproveitados de antena parabólica, resto de PVC para a base, duas tampas de garrafa tipo PET para as rodas, cabos de rede reaproveitados, usados como jumpers, uma tampa de desodorante *roll-on* com sua esfera ou bola de gude para uso como roda boba, uma *protoboard* para encaixe dos componentes eletrônicos, uma placa de Arduino com cabo USB, usada como microcontrolador do robô, um CI L293D para acionar os dois motores, seis pilhas para alimentar o robô e o Arduino, dois parafusos para os eixos do robô.

O robô desenvolvido está ilustrado na Figura 1, pode-se verificar que a placa de Arduino, o CI L293D acoplado à protoboard e interligado a placa do Arduino estão fixados na parte superior do robô. Isso foi sugerido aos alunos com o intuito de facilitar a montagem e eventuais mudanças no circuito. O uso de materiais alternativos na construção do robô apresenta vantagens de custos, facilidade de reposição e contribui com a educação ambiental.



### Figura 1. Robô construído

Para uma maior estabilidade e para facilitar a execução de tarefas do robô, optamos por usar três rodas, sendo duas motrizes, de tampa de garrafas, e uma livre, a da tampa e da esfera de desodorante *roll-on* que serve de apoio ao robô e que tem a capacidade de executar qualquer tipo de manobra.

Para a programação do robô apresentamos aos alunos o Arduino, conceitos de programação e ensinamos como programar o robô para ir para frente e parar por alguns instantes. Os alunos, então, completaram o programa do robô, permitindo que ele também fosse para trás. O programa pronto foi enviado ao microcontrolador assim o robô foi capaz de executar as ações de ir para frente, dar ré e ficar parado.

#### 4. Análise

Os quatro alunos participantes da oficina de robótica tinham em média doze anos de idade e moravam numa área considerada periferia da cidade de Natal.

Durante a Oficina aplicamos três questionários. O primeiro questionário (Q1) foi aplicado para se ter uma visão geral dos educandos envolvidos no projeto, com relação ao seu conhecimento sobre robótica. O segundo questionário (Q2) foi a repetição do Q1, aplicado após os alunos terem participado da oficina, visou identificar os conhecimentos adquiridos. O terceiro questionário foi a avaliação da oficina (AV). A aplicação destes questionários visou identificarmos se a oficina proporcionou alguma mudança nas opiniões ou na aprendizagem dos alunos envolvidos. A Tabela 1 mostra exemplos de perguntas do Q1 e Q2.

**Tabela 1. Primeiro e segundo questionários aplicados**

	Questões
01	Você estuda em que ano?
02	Você tem interesse em robótica?
03	O que é robótica?
04	O que é robô?
05	Você conhece as leis da robótica? Cite pelo menos uma:
06	O que é circuito elétrico?

Comparando as respostas dadas pelos alunos em Q1 e Q2 constatamos que nenhum aluno desistiu da oficina, inicialmente nenhum deles sabia o que era robótica e quais são suas leis. 50% dos entrevistados sabiam vagamente o que era um robô, enquanto que no Q2 100% sabiam o seu significado. Entretanto todos os alunos responderam, em Q1 e Q2, que tinham interesse em robótica e tinham alguma ideia do que usar para a construção de um robô. Ao final da oficina, todos mostraram ter aprendido as leis da robótica, o que é robótica e gostariam de usar seu robô nas aulas.

Houve um ganho de conhecimento sobre a noção que os alunos tinham do que é circuito elétrico, no Q1 25% tinha uma vaga noção sobre este assunto e no Q2 75% tem alguma noção sobre o seu significado.

A oficina foi exitosa, pois os envolvidos gostaram e ela contribuiu para uma melhor aprendizagem e um maior desempenho no resultado da avaliação de matemática elaborada e aplicada pelo professor titular desta, como mostra a Figura 2.

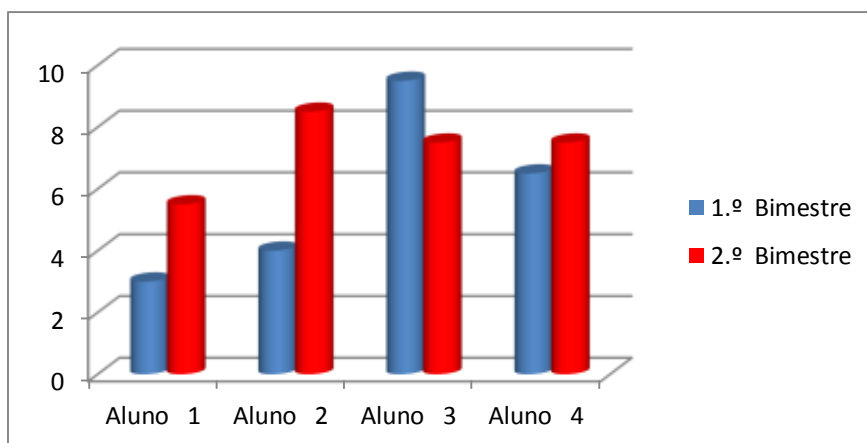


Figura 2. Evolução das notas em matemática

## 5. Conclusão

Além de ganhos pessoais e educativos conferidos neste trabalho. Observamos que eles adoraram a oficina, gostaram de construir o robô usando materiais alternativos e desejariam repeti-la. Assim como houve o aumento de interesse e motivação dos alunos em participar das atividades do projeto e dos conteúdos dados em sala de aula normal.

Considerando o exposto, podemos constatar a eficácia da robótica no meio escolar, como instrumento motivador, de reforço e facilitador na mediação, construção, aquisição e ampliação do conhecimento no processo ensino-aprendizagem dos alunos. Assim como, aumentando a autoestima destes educandos; auxiliando na transmissão de conteúdos; proporcionando o trabalho em equipe, solidariedade e autonomia; desenvolvendo competência e habilidades do uso da lógica; induzindo a refletir em diversificadas alternativas e estratégias para solucionar um problema; aprendendo com os erros e acertos, e encarando novos desafios das atividades propostas.

## 7. References

- Ananias, B. et all (2012) “UERNBots2: Team Description Paper”, Fortaleza: CBR
- Botelho, J. da Costa (2010) “A robótica como facilitadora do processo ensino-aprendizagem de matemática no ensino fundamental”. SciELO books, São Paulo.
- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996), <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>, Abril.
- Ortolan, Ivonete Terezinha, (2003) “Robótica Educacional: uma experiência construtiva”, Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Parâmetros Curriculares Nacionais, Volume 1, Brasil (1997) Brasília: MEC/SEF.
- Sampaio, F. Ferrentini (2006) “A modelagem dinâmica computacional no processo de ensino-aprendizagem: algumas questões para reflexão”, Rio de Janeiro: UFRJ, p.6.
- Werthein, J. e Cunha, C. da (2014) “Fundamentos da Nova Educação. UNESCO”.
- Zilli, Silvana do Rocio (2004) “A Robótica Educacional no Ensino Fundamental: perspectivas e Prática” Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina.

## ArduAlg: Ambiente de Programação Fácil para Robótica na Plataforma Arduino

Ângelo Magno de Jesus<sup>1</sup>, Lorena Almeida Cunha Ferreira<sup>1</sup>, Fabiano Marinho Cindra Santos<sup>1</sup>, Maria Caroline Bolivar Rufo<sup>1</sup>, Giovani Donizete Ambrósio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal de Minas Gerais – IFMG

Rua Afonso Sardinha, 90, Pioneiros – 36420-000 – Ouro Branco – MG – Brasil

angelo.jesus@ifmg.edu.br, lorenacunha.if@gmail.com, {fabianomarinhoc, carolrufo, giovanidonizete}@hotmail.com

**Abstract.** *In this paper, we describe the ArduAlg environment which brings an own programming language based on Structured Portuguese and a development environment with a simple compiler. The goal is to make robots programming developed with the Arduino open source platform or similar, accessible to students who are just starting in programming logic and algorithms. One of the main advantages of using ArduAlg is to apply the Educational Robotic more cheaply, easier and flexibly.*

**Resumo.** *Neste artigo descrevemos o ambiente ArduAlg que traz uma linguagem de programação própria baseada no Português Estruturado e um ambiente de desenvolvimento simples com um compilador. O objetivo é tornar a programação de robôs desenvolvidos com a plataforma livre de hardware Arduino ou similares, acessível para alunos que estão apenas iniciando em lógica de programação e algoritmos. Uma das principais vantagens da utilização do ArduAlg é permitir que a Robótica Educacional seja aplicada de forma mais fácil, barata e flexível.*

### 1. Introdução

A Robótica Educacional se tornou uma importante ferramenta para ensinar conceitos de algoritmos, matemática, física, entre outras disciplinas, a alunos de diferentes níveis de ensino. Como estes conceitos podem ser vistos de maneira prática, através de um objeto animado, a robótica pode trazer uma grande motivação aos estudantes envolvidos [Fagundes *et al.* 2005][Ribeiro *et al.* 2011][Sousa *et al.* 2011].

Muitas pesquisas e atividades têm sido realizadas com o intuito de melhorar a aplicação da robótica em sala de aula, porém, estes esforços, geralmente, tem apenas considerado a utilização de kits de robótica comercializados por algum fabricante como, por exemplo, Fagundes *et al.* (2005). No entanto, nem sempre os Kits disponíveis no mercado podem representar uma boa solução. Conforme César (2004), muitos desses kits possuem um preço inacessível para aquisição de uma quantidade aceitável de unidades, especialmente para instituições públicas brasileiras de ensino, que muitas vezes já sofrem problemas com infraestrutura básica. Um estudo a respeito de valores de kits de robótica pode ser encontrado no trabalho de César e Mill (2010). Outro problema é a montagem do robô, que se limita às ferramentas fornecidas pelo fabricante do kit, desta forma, a adição de novos componentes físicos pode ser difícil ou inviável de ser

realizada, limitando a criatividade dos estudantes no desenvolvimento [César e Mill 2010]. Torna-se necessário a criação de uma robótica pedagógica independente de Kits comercializados por empresas [César 2004].

A utilização da plataforma Arduino pode tornar o acesso à robótica muito mais amplo, uma vez que os preços são muito inferiores se comparados aos kits de robótica disponíveis no mercado [Veiga *et al.* 2011]. Arduino (2013) é uma plataforma aberta e flexível de prototipação de hardware. Além da vantagem do preço, ela permite que vários componentes eletrônicos e mecânicos, como por exemplo, sensores e motores, de diferentes fabricantes, possam ser facilmente adicionados ao robô. Esta flexibilidade pode tornar a atividade de desenvolvimento do robô mais criativa e aumentar o aprendizado. No entanto, a programação do Arduino pode trazer dificuldades para alunos que ainda estão iniciando ou sequer aprenderam programação, como é o caso comum de alunos do ensino básico e médio, uma vez que, o Arduino deve ser programado em uma versão da linguagem C/C++, considerada complexa e de difícil aprendizado. Além disso, a utilização de um novo componente robótico, requer implementações que podem aumentar ainda mais a complexidade da programação. Neste contexto, apresentamos o ArduAlg, um ambiente de programação para Arduino, com uma linguagem baseada no português estruturado.

O ArduAlg permite que o estudante desenvolva seus algoritmos, sem se preocupar com detalhes técnicos inerentes a tecnologia do Arduino, simplificando a sequência de comandos. O ArduAlg traz um ambiente para escrita de algoritmos, com marcação e correção de código, e um tradutor que gera o programa C/C++, que executa no Arduino. A Figura 1 (a), ilustra robôs de baixo custo desenvolvidos na plataforma Arduino que poderiam ser programados no ambiente ArduAlg.



(a)



(b)

**Figura 1. (a) Robôs de baixo custo desenvolvidos na plataforma Arduino. (b) Participação em uma Olimpíada de Robótica com Robô Arduino**

O ArduAlg pode ser aplicado para alunos de diferentes níveis de ensino, dependendo dos recursos de algoritmos explorados. O foco do ambiente é ser utilizado em disciplinas de programação no ensino médio, mas pode ser utilizado também em disciplinas de introdução à programação do ensino superior em cursos de Computação e Engenharia.

O principal objetivo do ArduAlg é auxiliar no ensino de algoritmos e lógica da programação e motivar alunos a seguirem carreira em computação, através de desenvolvimento de robôs baratos e flexíveis projetados na plataforma Arduino.

## 2. Trabalhos Relacionados

Silva (2009) descreve o RoboEduc, software para programação de robôs educacionais, que possui uma linguagem de programação baseada em português estruturado, mas funciona apenas com kits de robótica da marca Lego. Scratch for Arduino (2014), Minibloq (2014) e Ardublock (2014) facilitam a programação para Arduino, porém através da manipulação de blocos. Isto distancia estes ambientes do tipo de programação realizada nas linguagens mais utilizadas no desenvolvimento de softwares, além de dificultar a criação de algoritmos mais elaborados, uma vez que os comandos já estão pré-determinados em formato de componentes visuais. Miranda *et al.* (2010) apresentam o RoboFácil, um kit econômico de robótica educacional com implementação de hardware e de software, sua programação foca mais a manipulação de blocos visuais de hardware do que a concepção de algoritmos.

## 3. O ArduAlg

O ambiente ArduAlg facilita a adição de diferentes componentes que podem ser integrados ao Arduino, tornando flexível a atividade de montar um robô. A linguagem ainda trás comandos específicos para facilitar ainda mais o desenvolvimento de robôs seguidores de linha e resgate, comumente utilizados em competições de robótica, como a Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) e a World Robot Olympiad (WRO). A Figura 1 (b) ilustra alunos do ensino médio participando da OBR com um típico robô Arduino que poderia ser programado através do ArduAlg.

Descrevemos nesta seção as características e aplicações do ArduAlg.

### 3.1 O Ambiente ArduAlg

O ambiente do ArduAlg possui uma interface gráfica simples e intuitiva como mostra a Figura 2.



Figura 2. Ambiente de Programação do ArduAlg

Ao abrir o ambiente, a programação pode ser iniciada de imediato, o software já disponibiliza uma estrutura de código organizada para declaração de variáveis,



declaração opcional de componentes do robô e para a lógica da programação. Os arquivos manipulados pelo ArduAlg devem possuir a extensão .aalg.

Para auxiliar na escrita do algoritmo, o ambiente possui o recurso de marcação de palavras chaves. O ArduAlg também possui um corretor, para indicar possíveis erros no algoritmo. Este corretor funciona no momento em que o usuário compilar o código, os erros são mostrados em um campo inferior (Figura 2).

### 3.2 Linguagem de Programação

A linguagem de programação do ArduAlg é baseada completamente no português estruturado e possui recursos como operadores matemáticos, lógicos e de comparação; variáveis reais, inteiras, lógicas, literais e caracteres; estrutura condicional; estrutura de repetição; comandos de entrada e saída de dados; comentários e, especialmente, comandos de inserção e utilização de componentes no Arduino.

A declaração de componentes de hardware no ArduAlg pode ser feita da seguinte maneira: *entrada/saida nome\_componente numero\_entrada\_arduino*. Primeiramente, deve-se informar se o componente é de entrada ou saída, em seguida nomeia-se a variável que o representará e, por fim, adiciona-se o número da entrada do componente no Arduino. Estes componentes podem ser utilizados no código como comandos de acesso rápido, no seguinte formato: *liga/desliga nome\_componente*. Variáveis podem ser declaradas através da estrutura: *var nome\_variavel tipo*. A estrutura de decisão pode ser utilizada no formato: *se <expressao\_logica> entao <instrucoes> senao <instrucoes> fimse*. Enquanto que a estrutura de repetição deve possuir a estrutura: *enquanto <expressao\_logica> faca <instrucoes> fimenquanto*.

O ArduAlg trás comandos específicos para robôs seguidores de linha e resgate. Os componentes que compõem este tipo de robô podem ser adicionados e utilizados com maior facilidade. O ambiente possui comandos pré-definidos para utilização de: Motores elétricos, Garra robótica (servo motor), sensores seguidores de linha e sensor ultrassônico, que normalmente compõem este tipo de robô. A Figura 3 (a) ilustra uma aplicação que utiliza uma garra robótica e um sensor ultrassônico.



Figura 3. (a) Exemplo de algoritmo em ArduAlg utilizando garra e sensor ultrassônico. (b) Barra de comandos específicos.



Para facilitar a programação, os comandos podem ser facilmente inseridos bastando selecionar um dos componentes da barra lateral esquerda (Figura 3 b). Ao se clicar no botão compilar, o processo de tradução para a linguagem do Arduino será iniciado. Após o término da tradução, o ArduAlg gerará um arquivo de extensão .ino, que contém o código para ser transferido para o Arduino. Esta transferência deve ser realizada através do software disponível gratuitamente por Arduino (2014).

#### 4. Experimentos e Resultados

Para verificar se o ArduAlg estava atingindo o objetivo de motivar e auxiliar alunos no aprendizado de programação, conduzimos um experimento que consistiu na elaboração de uma atividade prática em laboratório. O experimento foi conduzido com 18 alunos do primeiro ano do ensino médio técnico em Informática, que estavam iniciando em lógica de programação e não tinham conhecimentos técnicos a respeito da linguagem C. Devido a uma limitação de equipamentos, foi desenvolvida uma versão do ArduAlg para utilização do simulador de competição de robôs Robocode. Desta forma, os robôs do Robocode deveriam ser programados pelos alunos como se fossem robôs Arduino. Os alunos deveriam considerar em seu código: sensores, motores etc. Ao final da atividade, foi realizada uma competição com todos os robôs desenvolvidos.

Para avaliação do ambiente, foi entregue o seguinte questionário aos alunos: (1) A atividade com ArduAlg te motivou a estudar programação? (Sim/Não); (2) A atividade com ArduAlg te ajudou a compreender melhor a disciplina de programação? (Sim/Não); (3) A atividade com ArduAlg te motivou a continuar o curso? (Sim/Não); (4) Pretende seguir carreira relativa à tecnologia da informação? (Sim/Não/Talvez); (5) Faça comentários.

Os gráficos da Figura 4 mostram os bons resultados alcançados de acordo com as questões. Pode-se observar que as questões 1 e 2 receberam 100% de repostas “Sim”, enquanto que a questão 3 recebeu apenas uma resposta “Não”. A questão 4 mostra que há um grande interesse dos alunos em seguirem carreira em Tecnologia da Informação, sendo que, apenas 5 não consideram seguir tal carreira. Quanto a questão 5, todos os comentários podem ser considerados positivos, no entanto, houveram leves queixas a respeito da dificuldade que tiveram de executar o programa no Robocode. Este problema foi resolvido para aplicação das próximas atividades práticas com o ArduAlg.



Figura 4. Resultado do questionário.

#### 5. Conclusões e Trabalhos Futuros

O ArduAlg é um ambiente que facilita a programação de robôs de baixo custo baseados na plataforma Arduino, trazendo uma linguagem de fácil entendimento e simplificando a adição e programação de componentes nos robôs. Dados os resultados obtidos, o

ArduAlg se mostrou um ambiente eficaz para motivar e auxiliar no ensino de programação.

Como trabalhos futuros, planejamos incluir novos recursos à linguagem de programação. Além disso, pretendemos disponibilizar um projeto simples de robô Arduino que poderá ser construído com custo inferior aos kits comerciais. Este projeto permitirá que o robô possa ser montado de maneira fácil mesmo por um iniciante em robótica.

## Referências

- Ardublock (2014). Disponível em <http://blog.ardublock.com/>. Acesso em 01 de Fevereiro de 2014.
- Arduino (2013). Disponível em: <http://www.arduino.cc/>. Acesso em 7 de Setembro de 2013
- César, D. R. (2004). Robótica Livre: Soluções tecnológicas livres em ambientes informatizados de aprendizagem na área da Robótica Pedagógica. VI Simpósio Internacional sobre trabalho e educação, v. 2, p. 1-2.
- César, D. R. ; & Mill, D . (2010) Robótica Pedagógica Livre: sobre inclusão sócio-digital e democratização do conhecimento. Perspectiva (UFSC), v. 27, p. 217-248.
- Fagundes, C. A. N., Pompermayer, E. M., Basso, M. V. A, Jardim, R. F. (2005) Aprendendo Matemática com Robótica. In Revista Novas Tecnologias na Educação, RENOTE 2005 v. 3, n. e.
- Minibloq (2014). Disponível em <http://blog.minibloq.org/>. Acesso em 01 de Fevereiro de 2014.
- Miranda, L. C., Sampaio, F. F., 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, v. 18, n.3, pp. 46-58.
- Ribeiro, C., Coutinho, C., Costa, M. (2011). A Robótica Educativa como Ferramenta Pedagógica na Resolução de Problemas de Matemática no Ensino Básico. Sistemas e Tecnologias de Informação, Vol.I. pp. 440 – 447.
- Scratch for Arduino (2014). Disponível em <http://s4a.cat/>. Acesso em 1 de Fevereiro de 2014.
- Silva, A. F. (2009) RoboEduc: Uma Metodologia de Aprendizado com Robótica Educacional. Tese de Doutorado. Natal, RN.
- Silva, F. L., Scherer, D. (2013) Praxedes: Protótipo de Um Kit Educacional de Robótica Baseado na Plataforma Arduino. Revista EaD & tecnologias digitais na educação. Dourados, MS, nº 1, Vol.I. pp. 44-56
- Sousa, M. S., *et al.* (2011) A Robótica Educativa como Instrumento de Apoio ao Ensino de Ciências Naturais e da Física. Mostra Nacional de Robótica MNR 2011.
- Veiga, E. F., Araújo W. E., Silveira Júnior, C. R. (2011) Projeto de Um Robô de Baixo Custo para Utilização como Ferramenta de Robótica Educativa para Escolas Públicas. Mostra Nacional de Robótica MNR 2011.

## Olimpíada Brasileira de Robótica: relatos da primeira regional em São Carlos-SP

Rafael V. Aroca<sup>1</sup>, Fernando G. Aguiar<sup>1</sup>, Cintia Aihara<sup>2</sup>, Flavio Tonidandel<sup>3</sup>, Raphael Montanari<sup>4</sup>, Eduardo Fraccaroli<sup>4</sup>, Marcelo Silva<sup>4</sup>, Roseli Ap. F. Romero<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Carlos | <sup>2</sup> Universidade de Campinas

<sup>3</sup>Centro Universitário da FEI | <sup>4</sup>Universidade de São Paulo

aroca@ufscar.br, fernando.aguiar@ufscar.br, aihara.cintia@gmail.com, flaviot@fei.edu.br, rmontanari@usp.br, eduardo.fraccaroli@gmail.com, marcelo.olsi@gmail.com, rafrance@icmc.usp.br

**Abstract.** *The Brazilian Robotics Olympiad (OBR) has been consolidating itself every year, as an initiative to attract and disseminate interest in robotics, computing and various areas of engineering to students throughout Brazil. This article describes the experience of the organizing team that promoted for the first time a regional stage of OBR at São Carlos-SP, which received dozens of teams from different cities in the region.*

**Resumo.** *A Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR) vem se consolidando a cada ano como uma iniciativa para atrair e disseminar o interesse na robótica, computação e diversas áreas da engenharia em estudantes por todo Brasil. Este artigo descreve a experiência da equipe organizadora ao promover pela primeira vez uma etapa regional da modalidade prática em São Carlos-SP, que recebeu dezenas de equipes de diversas cidades da região.*

### 1. Introdução

A robótica vem se tornando cada vez mais presente nas salas de aula de escolas de ensino fundamental e médio. De fato, diversos autores já demonstram que o uso de robôs como ferramentas educacionais proporcionam ambientes estimulantes e motivadores [Soto et al. 2006, Hamblen e Hall 2004, Howard e Graham 2007, Aroca et al. 2012], além de oferecer uma experiência única de aprendizado [Weinberg e Yu 2003]. Neste sentido, Rawat e Massiha (2004) afirmam que o retorno dos alunos em aulas que envolvem robótica é *surpreendentemente positivo*.

Nota-se que no contexto das escolas de ensino fundamental e médio, os assuntos explorados não são necessariamente sobre robótica. O robô se torna uma ferramenta multidisciplinar e elemento motivador para trabalho em equipe, ensino de matemática, física, português, inglês, entre outras disciplinas. Neste sentido, diversos autores relatam que além de propiciar ambientes estimulantes e motivadores para os alunos, a robótica também oferece uma experiência única de aprendizado, bem como integração de conteúdos de diversas disciplinas [Soto et al. 2006, Hamblen e Hall 2004, Howard e Graham 2007, Aroca et al. 2012].

Tendo em vista as vantagens que a robótica oferece às escolas, um grupo de professores de universidades brasileiras criou a Olimpíada Brasileira de Robótica

(OBR). O objetivo desta olimpíada é motivar alunos do ensino fundamental e médio, desmistificar e popularizar a robótica no Brasil e atrair talentos para cursos superiores nas áreas de ciências exatas e tecnologia. A OBR possui duas modalidades: a teórica, na qual os alunos realizam provas teóricas sobre robótica utilizando apenas conteúdos e conceitos pertinentes ao seu nível escolar, de acordo com os parâmetros curriculares nacionais (PCNs). A segunda modalidade é a prática, onde é dado um desafio e um grupo de alunos deve construir e programar um robô para superar este desafio.

A modalidade prática da OBR é dividida em diversas etapas de seleção: regional, estadual e finalmente a nacional, onde uma ou duas equipes de escolas de ensino fundamental e médio, de cada estado do Brasil, competem para que se defina o campeão nacional da OBR. A equipe campeã é classificada para representar o Brasil na Robocup Júnior, uma competição internacional de robótica. Vale destacar que em 2014, pela primeira vez a Robocup foi realizada no Brasil. Maiores detalhes sobre a OBR podem ser encontrados no site da OBR (<http://www.obr.org.br>).

Este artigo relata os esforços e resultados obtidos para organizar a primeira etapa regional da OBR na cidade de São Carlos - SP, uma cidade considerada a "capital da tecnologia", com diversas instituições de pesquisa e universidades, onde é desejável atrair talentos para trabalhar em assuntos tecnológicos, a vocação desta cidade. Este artigo está organizado da seguinte forma. Na seção 2, são apresentados os motivos para a realização de uma olimpíada científica, como a OBR, e as vantagens para os alunos participantes. Na seção 3, são apresentados maiores detalhes sobre a estrutura e organização da OBR. Na seção 4, são apresentados os resultados obtidos da OBR na etapa regional de São Carlos, e finalmente, no capítulo 5, são apresentadas as considerações finais e perspectivas futuras.

## **2. Motivação**

Como já discutido, a robótica estabelece um ambiente estimulante e motivador para que alunos de todas as idades se envolvam no aprendizado de diversos assuntos. Além disso, de acordo com Conrad (2005), a maioria das pessoas aprende mais facilmente quando a execução de tarefas e atividades práticas estão envolvidas no processo de aprendizagem, de forma que os robôs podem ser usados como ferramentas pedagógicas que oferecem uma experiência do tipo “aprender fazendo” [Alves et al. 2011, Ahlgren 2002].

Nestas atividades que envolvem robótica, o incentivo ao trabalho em equipe também é naturalmente promovido [Mirats Tur e Pfeiffer 2006, Martins et al. 2012], e nota-se que os alunos passam a interagir e discutir o problema a ser solucionado, sem a necessidade de se estabelecer regras de trabalho em grupo mais formais.

Outra possibilidade oferecida pela robótica no ambiente educacional é a possibilidade dos alunos participarem em competições de robótica, que estimulam e despertam o interesse desses alunos [Angonese et al. 2012, Reis et al. 2012]. De fato, Miranda e Suanno (2012) destacaram que a participação em competições não motiva apenas os alunos, mas também os professores. Além disso, também já foi observado que cursos que envolvem competições de robótica e o uso de robôs na sala de aula aumentam significativamente o interesse dos alunos e o número de matrículas [Alemany e Cervera 2012].

Dessa forma, nota-se que a promoção de competições de robótica pode oferecer uma oportunidade única para motivar e despertar o interesse de alunos por áreas tecnológicas. A OBR, uma Olimpíada Brasileira organizada por diversas instituições e financiada por órgãos federais de fomento, bem como por patrocinadores, busca disseminar esta cultura nas escolas do Brasil. Na próxima seção, serão discutidos alguns aspectos da organização geral da OBR e de uma regional.

### **3. Estrutura da OBR**

A OBR tem em sua instância máxima uma entidade, chamada conselho superior, composta pelos fundadores desta Olimpíada e alguns ex-coordenadores. A cada dois anos esta comissão escolhe um coordenador geral, que é responsável pela OBR, em todo país. Este coordenador conta com o apoio de outros coordenadores e secretaria para atender a todas as demandas, já que somando as modalidades prática e teórica, a OBR tem tido a cada ano mais de 50 mil participantes. Maiores informações sobre a estrutura organizacional da OBR e suas modalidades podem ser encontrados no próprio site web da OBR, que oferece manuais detalhados sobre o evento e suas modalidades. Todo fluxo de informações da OBR é gerenciado por um sistema automatizado denominado de Sistema Olimpo.

#### **3.1 Organização da regional**

A decisão de organização da regional sempre deve ser ponderada com estudo prévio de viabilidade à luz dos conhecimentos adquiridos no manual do organizador da etapa regional da OBR, disponível no site da OBR. Este manual explica em detalhes todos os procedimentos e infraestrutura que devem ser providenciados para que uma etapa regional da OBR possa ocorrer com sucesso. Além disso, são fornecidas regras para calcular o número de arenas necessárias de acordo com o número de equipes participantes. As arenas são espaços especialmente preparados para que os robôs executem a missão de resgate proposta.

No caso das etapas regionais da OBR 2014, a missão dos robôs construídos e programados pelos alunos é a de resgatar uma vítima de um desastre sem nenhuma intervenção humana. Assim, as arenas simulam um desastre com linhas para os robôs seguirem, redutores de velocidade, desvios, paredes e obstáculos quebrados, rampas, a vítima a ser resgatada e uma área segura de resgate onde a vítima deve ser deixada pelo robô, após localiza-la automaticamente. Todo funcionamento do robô deve ser previamente programado e genérico, não sendo permitido o uso de controles remoto.

Para realizar o evento, a coordenação da Regional da OBR, decidiu por oferecer vários treinamentos para as equipes participantes. Foram realizados quatro encontros com as equipes interessadas. O primeiro encontro foi divulgado, graças ao apoio do setor de comunicação do ICMC-USP, que publicou uma notícia convidando as escolas da região para participarem e também mencionando que seriam emprestados vários kits robóticos para as escolas que não possuíam algum. Em contato com empresas que comercializam kits robóticos, conseguiu-se vários kits que foram repassados às escolas interessadas. A ideia de emprestar kits robóticos pode ter sido o principal fator que viabilizou a participação das várias escolas públicas e privadas da região.

Pode-se dizer que a realização da Regional de São Carlos foi um sucesso, conforme relato de vários alunos e professores, que em poucos meses conseguiram enfrentar os desafios, tanto em termos de montagem dos robôs quanto na programação dos mesmos, e que conseguiram se classificar para a etapa estadual. Alguns desses relatos foram destacados e serão apresentados na próxima seção.

#### 4. Resultados

De acordo com a página *web* da OBR, a OBR 2014 teve mais de 1800 equipes inscritas na modalidade prática em todo Brasil. O Estado de São Paulo, em especial teve 350 equipes inscritas, o que demandou a divisão da etapa estadual em diversas etapas regionais e uma final estadual para definir os representantes do estado na final nacional. A cidade de São Carlos foi escolhida para sediar uma das etapas regionais, tendo sido atribuída a esta cidade a participação de 99 equipes (das 350), das quais 69 equipes compareceram ao evento. A taxa de equipes faltosas de 30% é similar a taxa de faltas em outras regionais, e um dos motivos para estas faltas é que por se tratar de um evento totalmente gratuito, muitas escolas e equipes se inscrevem, mesmo sem um compromisso de ir para a regional.

Na Figura 1 são mostradas fotos do evento, realizado no dia 14 de Junho de 2014, no ginásio da USP de São Carlos. Foram utilizadas 12 arenas simultaneamente e mais 4 arenas para teste, para que as equipes pudessem testar seus robôs fora das rodadas oficiais. A equipe organizadora foi composta totalmente por voluntários, sendo composta por 24 juízes e 20 voluntários, atuando como fiscais, secretaria, controle de acesso aos ambientes, filmagem, fotografia, e outras funções operacionais.

Na Figura 1, pode-se perceber também que existe uma área reservada para as arenas da competição, uma área reservada com mesas para os competidores e uma área aberta ao público.



Figura 1: Ginásio da USP de São Carlos durante a realização da OBR 2014 - Regional São Carlos.

Dez equipes do nível 2 (ensino médio) foram classificadas para a etapa estadual, e quinze equipes do nível 1 (ensino fundamental) foram classificadas para a etapa estadual.

Embora seja prematuro medir os resultados esperados, a curto prazo, da realização da OBR, a equipe organizadora recebeu comentários dos professores e alunos envolvidos que demonstraram o efeito positivo da OBR nos alunos, escolas e professores.

Uma professora de ciências de uma escola pública da região de São Carlos, que nunca havia trabalhado com robótica relatou "... este evento ocorrido em São Carlos foi histórico e marcou o início de uma nova estória de trabalho na vida de muitos estudantes."

Outra professora de outra escola pública relatou que alguns alunos passaram a participar mais ativamente das aulas, deixaram de faltar, passaram a se envolver e discutir mais nas aulas, e demonstravam orgulho para aos colegas por fazer parte de uma equipe de robótica daquela escola. Foi relatado também redução de violência em uma determinada escola.

Alguns alunos mencionaram que "...é um sonho estar aqui...", além de comentarem que nunca imaginavam que seriam capazes de construir e programar um robô. Alunos participantes do nível 1, de cerca de dez anos de idade, também relataram que "é bem mais fácil aprender matemática programando um robô do que na lousa".

Foi observada também a capacidade e criatividade que os alunos demonstram ter, quando são estimulados e isto ocorre independente deles estarem ou não estudando em uma escola privada. Tivemos equipes de escolas públicas, que com poucos meses de preparo, conseguiram ficar em primeiro lugar na sua respectiva categoria.

Além destes resultados, durante os encontros prévios, ocorreu também a oportunidade de socialização de alunos e escolas públicas, particulares com alunos de graduação, pós-graduação e professores de Universidades de São Carlos. Nestes encontros, muitos alunos ouviam com fascínio os relatos dos alunos de pós-graduação sobre os robôs usados em suas pesquisas. Mais detalhes sobre a Regional de São Carlos podem ser encontrados em no texto de Casatti (2014).

## **5. Conclusão**

A robótica motiva pessoas de todas as idades, seja alunos, professores, ou mesmo os pais que acompanham o desenrolar de uma competição de robótica com entusiasmo e emoção. No caso da OBR, o objetivo é motivar e atrair jovens para ciência e tecnologia, mas nota-se também que a OBR acaba desempenhando um papel social na integração de escolas, universidades e a comunidade em geral.

Para os alunos fica a lembrança de um dia de atividades informais, fora da escola, e da oportunidade de resolver um problema real usando seus conhecimentos e habilidades.

Nota-se que embora sejam descritos resultados qualitativos interessantes, eles refletem apenas a realização de uma primeira edição de uma etapa regional na cidade de São Carlos. Espera-se portanto que a realização deste evento venha a se repetir na forma de um ciclo virtuoso, e que também, através deste relato, outros professores e pesquisadores se motivem a organizar outras regionais da OBR pelo Brasil, bem como aumentar sua interação com escolas de ensino fundamental e médio.

## **Agradecimentos**

Os autores do artigo agradecem a todo apoio que receberam de cerca de 45 voluntários que ajudaram na organização da OBR em São Carlos. Deste voluntários, 24 atuaram como juízes, e o restante em tarefas de secretaria, fiscalização, dentre outras. Também agradecemos a empresa LEGO Education pelo empréstimo de kits para as escolas, bem como a empresa pETe, que além de emprestar kits também patrocinou o evento, gentilmente cobrindo a maioria dos gastos financeiros envolvidos.

## **Referências**

Ahlgren, D.J. Meeting educational objectives and outcomes through robotics education. Automation Congress, 2002 Proceedings of the 5th Biannual World. Vol. 14, pp. 395 – 404.

Alves, S.F.R., H. Ferasoli Filho, R. Pegoraro, M.A.C. Caldeira, J.M. Rosário & W.M. Yonezawa. Educational environment for robotic applications in engineering. Research and Education in Robotics-EUROBOT 2011 pp. 17–28.

Aleman, J., Cervera, E. Appealing robots as a means to increase enrollment rates: a case study. Anais da 3ª. conferência Internacional de Robótica na Educação. 13 a 15 de Setembro. Praga, República Tcheca. pp. 15–19.

Angonese, A. T., Rosa, P. F. R., Rodrigues, S. R. Projeto de integração engenharia-escola para competições de robótica. Anais do Workshop de Robótica Educacional (Latin American Robotics Symposium / Simpósio Brasileiro de Robótica). Fortaleza. 2012.

Aroca, R. V., R. B. Gomes, D. M. Tavares, A. A. S. Souza, A. M. F. Burlamaqui, G. A. P. Caurin & L. M. G. Gonçalves. Increasing students' interest with low-cost cellbots. 2013. Education, IEEE Transactions on. Vol. 56(1). pp. 3-8.

Conrad, J.M. Stiquito for robotics and embedded systems education. 2005. Computer. Vol. 38(6), 77–81.

Hamblen, J.O., Hall, T. S. Engaging undergraduate students with robotic design projects. Second IEEE International Workshop on Electronic Design, Test and Applications (DELTA). Perth, Australia. 2004. pp. 140–145.

Howard, A. & Graham, E. To encourage and excite the next generation of engineers through human-robot interaction projects for space exploration. American Society for Engineering Education Annual Conference, Havaí. 2007.

Martins, F. N., Oliveira, H. C., Oliveira, G. F. Robótica como meio de promoção da interdisciplinaridade no ensino profissionalizante. Anais do Workshop de Robótica Educacional 2012 (Latin American Robotics Symposium / Simpósio Brasileiro de Robótica). Fortaleza.

Tur, M., Pfeiffer, C. F. Mobile robot design in education. Robotics Automation Magazine IEEE. 2006. Vol. 13(1), pp. 69-75.

Rawat, K.S., Massiha, G. H. A hands-on laboratory based approach to undergraduate robotics education. Proceedings of IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA). Vol.2. 2004. pp. 1370–1374.



Reis, G. L., Souza, L. F. F., Carvalho, F. C. T., Junior, M. A. A., Nepomuceno, E. G., Barroso, M. F. S., Pereira, E. B. As competições universitárias e a carreira profissional do aluno de graduação: Um estudo de caso sobre a equipe uairobots-sek. Anais do Workshop de Robótica Educacional (Latin American Robotics Symposium / Simpósio Brasileiro de Robótica). 2012. Fortaleza.

Soto, A. Espinace, P., Mitnik, R.. A mobile robotics course for undergraduate students in computer science. 2006. Anais do terceiro IEEE Latin American Robotics Symposium (LARS). pp. 187-192.

Weinberg, J.B., Yu, X. Robotics in education: Low-cost platforms for teaching integrated systems. 2003. IEEE Robot. Automat. Mag. Vol. 10(2). pp. 4-6.

Casatti, D. Cooperação e emoção marcam etapa da Olimpíada Brasileira de Robótica. Jornal Primeira Página. São Carlos. On-line. Consulta em: 17/06/2014. Disponível em: <http://www.jornalpp.com.br/cidades/item/63174-cooperacao-e-emocao-marcam-etapa-da-olimpiada-brasileira-de-robotica>.

# Robótica Móvel Aplicada ao Ensino da Disciplina de Inteligência Artificial

Marcelo A. C. Fernandes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Departamento de Engenharia de Computação e Automação (DCA)  
59078-970 – Natal – RN – Brasil

mfernandes@dca.ufrn.br

**Abstract.** *This paper aims to present a proposal for a problem-based learning (PBL) applied to the curricular component Artificial Intelligence. The proposal addresses problems associated with the field of mobile robotics, in which the student develops solutions in Artificial Intelligence to optimize the robot displacement in an unknown environment with obstacle avoidance. The proposal has been applied on three semesters (2012.1, 2013.1 and 2013.2) in the discipline of Applied Artificial Intelligence of the Computer Engineering Course of the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN). The details associated with the proposed PBL and the results obtained by surveys with students are presented aiming validation so that it can help other teachers in teaching similar disciplines.*

**Resumo.** *Este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de aprendizagem baseada em problemas (Problem Based Learning - PBL) aplicada a disciplina de Inteligência Artificial. A proposta engloba problemas associados a área de robótica móvel, na qual o aluno desenvolve soluções em Inteligência Artificial para otimizar o deslocamento de um robô em um ambiente desconhecido com desvio de obstáculos. A proposta foi aplicada durante três semestres (2012.1, 2013.1 e 2013.2) na disciplina de Inteligência Artificial Aplicada do curso de Engenharia de Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Resultados obtidos por pesquisas de opinião com os alunos durante os três semestres são apresentados objetivando a validação da proposta de PBL. Os detalhes associados a implementação da proposta também são apresentados visando ajudar outros docentes no ensino de disciplinas semelhantes.*

## 1. Introdução

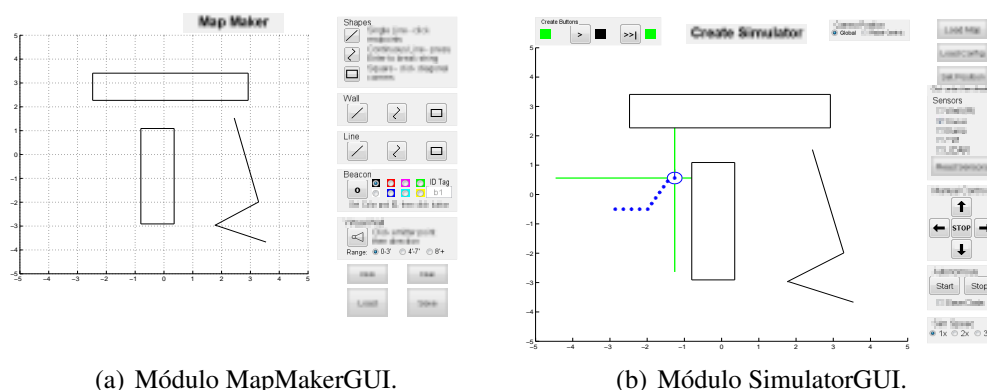
A disciplina de IA foi inicialmente implementado nos cursos de pós-graduação e depois nos cursos de graduação, sendo atualmente um componente indispensável em cursos de engenharia e computação. Porém, o caráter multidisciplinar desta disciplina traz responsabilidades diferentes associadas as metodologias de aprendizagem, no qual técnicas de tradicionais de ensino não são apropriadas [Garcia et al. 2006, Leon et al. 2007]. Desta forma, novas metodologias de ensino como aprendizagem baseada em problemas (PBL - Problem Based Learning) podem ser bastante eficazes neste caso. A PBL incorpora, através de atividades práticas, todos os conceitos fundamentais e através de problemas práticos, os estudantes podem propor soluções abordando os

conceitos teóricos apresentados na disciplina [Hamid et al. 2009, dos Santos et al. 2013, Amorim Oliveira et al. 2013].

Assim, este artigo tem como objetivo apresentar uma proposta de PBL aplicada a disciplina de IA. A proposta é baseada em problemas associados a área de robótica móvel no qual, os estudantes precisam desenvolver soluções que permitam o deslocamento livres de obstáculos de um robô terrestre com rodas em ambientes desconhecidos. A área de robótica foi escolhida devido sua capacidade de atração de alunos em vários níveis de educação como pode ser observado nos trabalhos apresentados em [Correll et al. 2013, Kuc et al. 2004] e [Dogmus et al. 2014]. Todos os detalhes associados a proposta e resultados obtidos a partir de pesquisa de opinião durante três semestres (2012.1, 2013.1 e 2013.2) de aplicação na disciplina Inteligência Artificial Aplicada (IAA) são apresentados neste artigo. Inteligência Artificial Aplicada (IAA) é uma disciplina obrigatória do curso de Engenharia da Computação da UFRN e é aplicada semestralmente com uma carga horária de 60 horas (4 créditos). Os resultados da pesquisa apontam que a estratégia de PBL associada com problemas na área de robótica foi bem sucedida e pode ser aplicada a disciplinas voltadas para área de IA.

## 2. Plataforma de Simulação

Todos os problemas propostos para estratégia de PBL utilizaram a plataforma de simulação Matlab com o toolbox de código aberto *IRobot Create* [Esposito et al. 2014]. Este toolbox proporciona o desenvolvimento de novos algoritmos e soluções aplicada na área de robótica móvel em uma plataforma gráfica que simula um robô de duas rodas acionado por um driver diferencial. O *IRobot Create* possui dois módulos principais (scripts do Matlab) chamados de *MapMakerGUI.m* e *SimulatorGUI.m* que estão ilustrados nas Figuras 1(a) e 1(b), respectivamente. O módulo *MapMakerGUI.m* permite desenhar o mapa do ambiente que o robô irá deslocar e módulo *SimulatorGUI.m* é um ambiente gráfico que realiza a simulação do robô. O módulo *SimulatorGUI.m* permite carregar mapa gerado pelo *MapMakerGUI.m*.



**Figura 1. Ilustração da plataforma *IRobot Create* utilizada em todos os problemas.**

Além dos módulos principais, o toolbox permite a inserção algoritmos para o controle autônomo do robô. Os algoritmos são inseridos através de uma função recebe como referência o objeto que gerencia o robô no simulador. A função de execução autônoma

pode utilizar qualquer um dos sensores e drivers associados ao robô durante a simulação. Assim, de forma simples pode-se testar qualquer tipo de algoritmo e técnica de deslocamento com desvio de obstáculos na plataforma *IRobot Create*. O Algoritmo 1 apresenta um simples exemplo de implementação da função de execução autônoma. Neste exemplo, o robô utiliza a informação dos sensores ultrassônico frontal, lateral direito e lateral esquerdo para desviar dos obstáculos.

### Algoritmo 1. Exemplo de implementação na plataforma *IRobot Create*

```
function ExampleCP(objRobot)
TempoSim=60; %Tempo de simulação em segundos
tInicio= tic;
while toc(tInicio) < TempoSim
%Move o robô a uma distância fixa de 0,2 metros uma velocidade 0,1 m/s
travelDist(objRobot,0.1,0.2);
dsf= ReadSonar(objRobot,2); %Leitura do sonar frontal
dse= ReadSonar(objRobot,3);%Leitura do sonar esquerdo
dsd= ReadSonar(objRobot,1); %Leitura do sonar direito
if isempty(dsf) dsf = 3; end
if isempty(dse) dse = 3; end
if isempty(dsd) dsd = 3; end
%Gira o robô 60 graus a um velocidade de 0,1 rad/s
if (dsf < 1) turnAngle(objRobot,0.1,60); end
%Gira o robô 30 graus a um velocidade de 0,1 rad/s
if (dsf < 2 && dse < 2) turnAngle(objRobot,0.1,30); end
%Gira o robô -30 graus a um velocidade de 0,1 rad/s
if (dsf < 2 && dsd < 2) turnAngle(objRobot,0.1,-30); end
%Retorna a posição espacial do robô.
[x y th]= OverheadLocalizationCreate(objRobot); plot(x,y,'*'); pause(0.1);
end end
```

## 3. Descrição da Proposta

A proposta de PBL aqui descrita é composta de três problemas que são divididos nas três unidades que formam a disciplina de IAA. O objetivo principal de todos os problemas, é o desenvolvimento de uma técnica, baseada em IA, que permita o deslocamento livre de colisões de um robô terrestre em um ambiente desconhecido. Para cada unidade, a técnica baseada em IA é alterada, focando o assunto principal da unidade. Em todos os problemas, o aluno precisa implementar e testar a técnica na plataforma *IRobot Create*. A seguir, são listados os problemas propostos em cada unidade.

**Problema 1:** Desenvolver uma técnica de deslocamento livre de obstáculos para ambiente desconhecido utilizando Redes Neurais Artificiais (RNA). Pode-se utilizar uma RNA do tipo Perceptron de Múltiplas Camadas treinada com o algoritmo do Retro-propagação ou uma RNA do tipo Funções Radinais de Base treinada com algoritmo do LMS (*Least Mean Squares*).

**Problema 2:** Desenvolver uma técnica de deslocamento livre de obstáculos para ambiente desconhecido utilizando Lógica Binária com Prolog e Lógica Fuzzy com inferência Mamdani.

**Problema 3:** Desenvolver uma técnica de deslocamento livre de obstáculos para ambiente desconhecido utilizando Algoritmos Genéticos.

Para todos os problemas o robô deve ter como entrada o valor dos quatro sensores ultrassônicos e/ou o valor do sensor LIDAR e deve ter como saída o valor associada a velocidade angular de cada roda do robô. A utilização de um mesmo problema nas três unidades ajuda no fortalecimento da formação das competências pois, ilustram de uma

forma bastante motivadora as vantagens e desvantagens de cada técnica na resolução de um problema. O projeto com a resolução de cada um dos três problemas é entregue na forma de relatório técnico seguindo um padrão de formato. Além do relatório com a resolução do problema, o aluno também faz uma prova individual em cada unidade. A prova tenta englobar os tópicos não contemplados nos problemas..

#### 4. Análise dos Resultados

Com base na metodologia aplicada nos trabalhos apresentados em [Kuc et al. 2004, Correll et al. 2013] e [Dogmus et al. 2014], o formulário eletrônico foi composto de 4 afirmações (apresentadas na Tabela 1) cujas respostas foram escalonadas em cinco graus de concordância. Este tipo formato é chamado de escala de resposta psicométrica e é normalmente utilizada em questionários, na qual o entrevistado deve classificar itens quanto ao seu grau de importância. A Tabela 5 apresenta o formato da resposta associada a cada uma das afirmações apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1. Afirmações enviadas aos alunos.**

Número	Afirmação
1	Os projetos práticos (com a plataforma de simulação de robótica móvel - IRobot) ajudaram a obter habilidades no desenvolvimento de soluções em Inteligência Artificial.
2	Foi importante aprender a desenvolver a soluções baseadas em Inteligência Artificial para um problema específico na área de robótica móvel.
3	Utilizar as várias técnicas diferentes, estudadas durante o curso, em um mesmo problema (robótica móvel) foi importante para avaliar as vantagens e desvantagens de cada técnica.
4	Eu como aluno fiquei satisfeito com os projetos práticos utilizando a plataforma de robótica móvel (IRobot).

**Tabela 2. Formato da resposta associada a cada uma das 4 afirmações enviadas.**

	1	2	3	4	5	
Não concordo						Concordo

As Tabelas 3 a 6 apresentam os resultados da pesquisa de opinião realizada exclusivamente para a análise da proposta de PBL. O formulário de pesquisa foi enviado para um universo de 60 alunos diferentes matriculados nos três semestres (2012.1, 2013.1 e 2013.2) nos quais 25 alunos (41,67%) responderam. No semestre 2012.1 as resoluções associadas aos problemas foram implementadas em grupos de até quatro alunos. Já nos semestres de 2013.1 e 2013.2 as resoluções dos problemas foram implementadas individualmente. É importante observar que os formulários foram enviados para todos os alunos independentemente de seu sucesso na disciplina.

Baseado nas afirmações 1 a 4 (resultados apresentados nas Tabelas 3, 4, 5, e 6), verifica-se que a aplicação das técnicas de IA em um problema específico na área de robótica influenciou positivamente nos resultados. Nestas afirmações as escalas de importância 4 e 5 obtiveram em média 90% das respostas (levando também em consideração

**Tabela 3. Resultados associados a afirmação número 1.**

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	1	1	7
Quantidade 2013.1	0	0	0	4	6
Quantidade 2013.2	0	0	0	0	6
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>19</b>
Porcentagem	0,00%	0,00%	4,00%	20,00%	76,00%

**Tabela 4. Resultados associados a afirmação número 2.**

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	0	3	6
Quantidade 2013.1	0	0	1	3	6
Quantidade 2013.2	0	0	1	1	4
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>7</b>	<b>16</b>
Porcentagem	0,00%	0,00%	8,00%	28,00%	64,00%

a escala 3 o valor médio das respostas vai para 99%). Nos semestres pesquisados, a disciplina de IA obteve uma taxa de aprovação média de 47,10%, uma taxa de reprovação média de 26,17%, uma taxa de reprovação por falta média de 15,77% e uma taxa de trancamento média 10,97%. Apesar dos dados relativos a pesquisa de opinião serem bastante motivadores, os resultados associados as taxas de insucesso (taxas de reprovação por média, por falta e trancamento) ainda são altas. É importante destacar que do ano de 2012 até o momento foram gerados vários trabalhos e artigos extra classe dos projetos desenvolvidos. Entre eles estão um artigo completo publicado em 2013 no SBAI (Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente), dois resumos estendidos aceitos para serem apresentados e publicados no CBSF (Congresso Brasileiro de Sistemas Fuzzy) em 2014, um TCC apresentado em 2013 e um mestrado em andamento para finalização em 2015.

## 5. Conclusão

Este artigo apresentou uma proposta de aprendizagem baseada em problemas, aplicada a disciplinas voltados para área de IA. Os problemas são associados a área de robótica móvel, no qual os alunos devem desenvolver soluções para otimizar o deslocamento de um robô com rodas em um ambiente desconhecido com desvio de obstáculos. O artigo utilizou como base a disciplina de Inteligência Artificial Aplicada do curso de Engenharia da Computação da UFRN. Resultados obtidos de pesquisa de opinião com alunos dos semestres de 2012.1, 2013.1 e 2013.2, mostram informações bastante promissoras e significativas associados a proposta. Todos os detalhes associados a implementação da proposta são apresentados para que outros docentes possam aplicar em componentes curriculares associados a área de IA.

## Agradecimentos

A todos os alunos dos semestres 2012.1, 2013.1 e 2013.2 da disciplina de IAA do Curso de Engenharia da Computação da UFRN que de forma anônima responderam aos formulários de pesquisa e contribuíram com os resultados deste artigo.

**Tabela 5. Resultados associados a afirmação número 3.**

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	1	0	0	2	6
Quantidade 2013.1	0	0	0	2	8
Quantidade 2013.2	0	0	2	1	3
Total	1	0	2	5	17
Porcentagem	4,00%	0,00%	8,00%	20,00%	68,00%

**Tabela 6. Resultados associados a afirmação número 4.**

Escala	1	2	3	4	5
Quantidade 2012.1	0	0	1	4	4
Quantidade 2013.1	0	0	2	3	5
Quantidade 2013.2	0	0	1	2	3
Total	1	0	4	9	12
Porcentagem	0,00%	0,00%	16,00%	36,00%	48,00%

## Referências

- Amorim Oliveira, A., dos Santos, S., and Cardoso Garcia, V. (2013). Pbl in teaching computing: An overview of the last 15 years. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE*, pages 267–272.
- Correll, N., Wing, R., and Coleman, D. (2013). A one-year introductory robotics curriculum for computer science upperclassmen. *Education, IEEE Transactions on*, 56(1):54–60.
- Dogmus, Z., Erdem, E., and Patoglu, V. (2014). React!: An interactive educational tool for ai planning for robotics. *Education, IEEE Transactions on*, PP(99):1–1.
- dos Santos, S., Monte, A., and Rodrigues, A. (2013). A pbl approach to process management applied to software engineering education. In *Frontiers in Education Conference, 2013 IEEE*, pages 741–747.
- Esposito, J. M., Barton, O., and Kohler, J. (2014). irobot – matlab toolbox for the irobot create. <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange>.
- Garcia, R., Roman, J., and Pardo, A. (2006). Peer review to improve artificial intelligence teaching. In *Frontiers in Education Conference, 36th Annual*, pages 3–8.
- Hamid, N., Haron, H., Jambak, M., and Sukimin, Z. (2009). An overview of robotic simulation e-learning. In *Modelling Simulation, 2009. AMS '09. Third Asia International Conference on*, pages 566–571.
- Kuc, R., Jackson, E., and Kuc, A. (2004). Teaching introductory autonomous robotics with javascript simulations and actual robots. *Education, IEEE Transactions on*, 47(1):74–82.
- Leon, M., Medina, D., Martinez, N., and Garcia, Z. (2007). Two approaches to generate intelligent teaching-learning systems using artificial intelligence techniques. In *Artificial Intelligence - Special Session, 2007. MICAI 2007. Sixth Mexican International Conference on*, pages 333–341.

# EducAval - Método para Avaliação de Softwares para Robótica Educacional

Erika Yanaguibashi<sup>1</sup>, Sarah Thomaz<sup>2</sup>, Luiz Marcos G. Gonçalves<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escola De Ciências e Tecnologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) - Natal, RN – Brasil

<sup>2</sup>Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Computação - PPGEEC Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal, RN – Brasil

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

**Abstract.** *The realization of an evaluation test provides information about the qualities of software related to the context that it should operate. In this paper we propose an evaluation method, called EducAval, for educational robotics software. It comprises two questionnaires that include technical and didactic questions. The responses are analyzed and used as a parameter for validation and qualification of software, as well as indicating the most relevant attributes, enabling the person concerned to assess whether or not the software meets their requirements. As a case study, we apply the method in RoboEduc software and present the results obtained.*

**Resumo.** *A realização de um teste avaliativo fornece informações sobre as qualidades do software relacionadas ao contexto em que ele deve operar. Neste trabalho propomos um método, denominado EducAval, voltado para softwares de robótica educacional. Ele é composto por dois questionários que incluem quesitos técnicos e didáticos. As respostas são analisadas e utilizadas como um parâmetro de validação e qualificação do software, além de indicar os seus atributos mais relevantes, possibilitando ao interessado avaliar se o software atende ou não as suas exigências. Como estudo de caso, aplicamos o método no software RoboEduc e apresentamos os resultados obtidos.*

## 1. Introdução

A robótica educacional é caracterizada como um ambiente de aprendizagem que pode utilizar materiais de sucata ou kits de montagem compostos por sensores e motores controláveis por computador e softwares que permitam programar de alguma forma os protótipos montados [DIEB 2012]. Esse ambiente apresenta um grande benefício educacional [do Rocio Zilli 2004] e tem sido cada vez mais utilizado como uma ferramenta de auxílio ao ensino.

Diante do exposto, diversos projetos e softwares educacionais vem surgindo para viabilizar o uso desta ferramenta. No laboratório NatalNet da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, desenvolvemos projetos na área de robótica educacional, desde a criação de softwares à kits de robótica de sucata. Em nosso laboratório só no quesito software contamos com três ferramentas que variam quanto ao público alvo, hardwares a



que são destinados e plataformas de desenvolvimento. Além disso, em uma avaliação do estado da arte, verificamos que muitos softwares na área são implementados porém não são avaliados seguindo um padrão de avaliação de softwares para robótica educacional.

A avaliação de softwares educacionais deve ser realizada para que a qualidade do software educativo, que está relacionada com a capacidade que o computador, como um mediador didático, tem de obter êxito e satisfação dos docentes na aprendizagem e domínio do conteúdo abordado [Jucá 2006].

Neste trabalho, propomos um método avaliativo para softwares educativos voltados para aplicações em robótica educacional, fundamentado em um novo modelo de testes que poderão ser utilizados pela comunidade científica. Esse novo modelo inclui dois questionários, um voltado aos professores e outro aos alunos, compostos de quesitos técnicos e didáticos cujas respostas são utilizadas como um parâmetro para a validação e qualificação do software. Através dos resultados obtidos pelo método, deve ser realizada uma análise específica que indicará os atributos mais relevantes do software em questão possibilitando ao interessado avaliar se este software atende ou não as suas necessidades.

Como estudo de caso do método desenvolvido, avaliaremos o software educacional RoboEduc [Pitta et al. 2010], um software de programação em níveis voltado para programação de robôs. Apresentaremos a qualificação deste software através do método criado, fazendo uso de gráficos e informações adicionais. Para que o leitor possa acompanhar todo o desenvolvimento do trabalho apresentaremos os principais aspectos teóricos relacionados ao teste de softwares educacionais.

## **2. Avaliação de Software**

Quando o software passou a se tornar cada vez mais integrado em nossas atividades a busca por uma maior qualidade de software aumentou [Pressman 2011], para tal, surgiram métodos para avaliação e teste de softwares que verificam a presença de erros no produto e aumentam a confiança do usuário. Podendo, assim, assegurar ao usuário que ele está adquirindo um produto que atende as suas necessidades.

De acordo com David Garvin [Garvin 1984] o conceito de qualidade pode ser descrito a partir de cinco vertentes: visão transcendental, visão do usuário, visão do fabricante, visão do produto e visão baseada em valor. A primeira afirma que qualidade é algo que se reconhece imediatamente, a visão do usuário observa a qualidade a partir de metas específicas de um usuário final. A visão do fabricante avalia a qualidade a partir da especificação original do produto, já a visão do produto avalia as características inerentes ao produto e a visão baseada em valor mede a qualidade a partir de quanto o cliente está disposto a pagar pelo produto.

A avaliação de software usualmente busca verificar a qualidade do desempenho, qualidade dos recursos, confiabilidade, conformidade, durabilidade, facilidade de manutenção, estética e percepção do software [Pressman 2011]. A partir de uma avaliação é possível julgar o produto, inferindo suas qualidades, defeitos e se atende a um determinado público.

Durante a revisão bibliográfica verificamos a existência de trabalhos que apresentam métodos de avaliação e análise de softwares educacionais [Gladcheff 2002, Silva et al. , Zem-Mascarenhas and de Bortoli Cassiani 2001], no entanto, nenhum dos

métodos encontrados se destinam especificamente a softwares para robótica educacional como foi proposto neste trabalho.

### **3. Método Avaliativo**

O método proposto utiliza duas das vertentes citadas para avaliar a qualidade do software para um determinado grupo de usuários: visão de usuário e visão de produto. A avaliação do software será realizada de usuário para usuário, não envolvendo o desenvolvedor.

O método avaliativo consiste em três partes, nas duas primeiras, utilizamos questionários, direcionados aos professores e alunos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. Estes devem determinar as funcionalidades do software e o avaliar de acordo com os aspectos técnicos e didáticos apresentados no questionário. Além disso, os avaliadores podem especificar que tipo de atividades didáticas é possível realizar com o software.

Na terceira etapa do método, geramos uma análise específica do software, levando em consideração os parâmetros estabelecidos para a partir daí apresentar ao interessado na utilização ou a própria equipe de desenvolvimento uma análise da visão do produto a partir da visão do usuário.

#### **3.1. Questionários**

Os questionários disponibilizados atendem a dois tipos de usuários: professores e alunos. Sendo cada um deles compostos por perguntas adequadas ao avaliado. Os questionários propostos na metodologia estão divididos em duas partes:

- Avaliação técnica: nessa primeira etapa abordamos temas relacionados a funcionalidade do software, capacidade de execução em diferentes tipos de hardware e software, satisfação do usuário diante das necessidades, garantia de que o software não falhara durante o período de execução, qualidade diante dos objetivos específicos, rapidez no tempo de resposta e layout favorável.
- Avaliação didática: nesta etapa foram disponibilizadas duas perguntas discursivas que relacionam a vivência do usuário com o software. Além disso questionamos sobre a clareza do conteúdo, a sua didática e se o software atinge ou não o público alvo que se propõe.

#### **3.2. Avaliação dos resultados**

Apos a aplicação dos questionários realizamos análises baseadas na quantidade de pontos que cada item avaliado obteve. Diante das respostas apresentadas, identificamos os itens que obtiveram maior pontuação, esses, portanto, indicarão as áreas de maior destaque do software. A partir daí, geramos um relatório fornecendo uma visão das principais funcionalidades do software e em que áreas o software apresenta melhor funcionamento, além disso incluímos um indicativo do público alvo proveniente dos próprios usuários, que tipo de atividades, diferente das descritas na especificações do programa, podem ser realizadas com seu uso e fornecemos uma nota geral do software que permitira a comparação dele com outros da área.

Por permitirmos que dois tipos de usuários participem do processo de avaliação, professor e aluno, temos dois tipos de questionários que apresentam os mesmos quesitos

de forma diferentes, a fim de facilitar o entendimento. Para que os quesitos avaliados possam ser levados em consideração verificamos se há uma concordância entre os dois resultados. caso os resultados apresentem uma grande discrepância, isto é, divergem em mais de 35%, o relatório informa que os dados analisados não permitem inferir nenhuma conclusão a partir do método utilizado.

#### 4. Estudo de caso

A fim de validarmos o método EducAval realizamos um estudo de caso, aplicando o método desenvolvido no software educacional RoboEduc [Barros et al. 2010]. Esse software foi escolhido por se tratar de um software de programação em níveis voltado para robótica educacional, desenvolvido pelo mesmo grupo de pesquisa deste trabalho. A decisão de qual software avaliar primeiro foi muito importante, visto que, para sabermos se de fato o método funciona seria necessário um software já conhecido e que possuísse algum tipo de avaliação já realizada [Pitta 2011].

O primeiro passo para realização da análise foi a coleta de dados, esta foi aplicada a um grupo de 9 professores e 10 alunos que utilizam ou já utilizaram o software RoboEduc em sala de aula. Os questionários foram aplicados e a partir deles quantificamos os dados para que os resultados obtidos a partir dos alunos pudessem ser comparados aos dos professores.

A primeira parte do questionário dos professores solicitava que fossem indicadas as funcionalidades presentes no software. Os dados obtidos nesta etapa foram compilados no gráfico apresentado na Figura 1, no qual o eixo vertical indica a funcionalidade do software e o eixo horizontal indica a quantidade de professores que indicaram que o software possui a determinada funcionalidade.



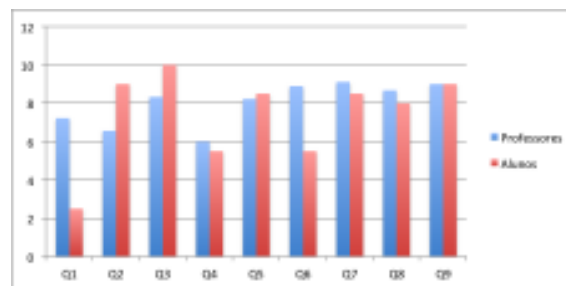
**Figura 1. Gráfico indicativo das funcionalidades do software RoboEduc**

Observamos a partir dos dados que os professores que utilizam o software não possuem conhecimento das suas reais funcionalidades, por exemplo apenas 5 dos 9 professores avaliados inferiram que o software utiliza diferentes linguagens de programação, e esta, de acordo com os desenvolvedores, é um dos principais atributos do software. Outras funcionalidades como modelagem de robôs e simulação 2D estão presentes [Fernandes et al. 2012] e não foram significativamente citadas. O prosseguimento da avaliação utilizando o método EducAval é baseada nas funcionalidades atribuídas pelos professores nesta etapa.

Após a organização dos demais dados, realizamos o comparativo ilustrado na Figura 2 dos 9 quesitos avaliados que estão presentes nos dois questionários. No eixo

horizontal estão dispostos os 9 quesitos avaliados, já no eixo vertical as notas obtidas variando de 0 a 10, onde 10 é excelente e 0 péssimo.

Verificamos que o primeiro quesito que trata da facilidade do software em ser modificado e a detecção de erros teve que ser anulado da análise pois a discrepância de dados excedeu o limite de 35% estabelecido. Outro quesito que não superou o limite mas que precisa ser observado por sua relevância é o quesito que avalia a rapidez no tempo de resposta, de acordo com os alunos a média atribuída de 0 a 10, foi de 5,5 já para os professores a média foi de 8,89.



**Figura 2. Gráfico comparativo dos resultados obtidos nos questionários**

Os demais quesitos, como pode ser observado, apresentaram notas próximas, validando tanto o método avaliativo quanto o resultado obtido. Esses dados foram utilizados para gerar a análise qualitativa do software, indicando quais os seus quatro principais atributos. Inferimos a partir dos dados que os usuários gostam do software RoboEduc, a nota para o quesito satisfação pelos alunos foi de 10 e pelos professores foi de 8,33, levando a média de 9,165, a maior dentre os quesitos avaliados. Outros atributos relevantes do software são a qualidade diante dos objetivos específicos, layout favorável ao uso e favorecimento da aprendizagem.

O questionário dos professores difere do outro por apresentar uma seção que avalia o software do ponto de vista didático. Nesta seção os professores avaliaram que o software favorece o ensino, e deram a este quesito uma média de 8,11, inferiram também que o software oferece diferentes tipos de dificuldades e 78% dos professores afirmaram que o software oferece feedback. Avaliamos também se o software, que possui a classificação indicativa de 4 a 17 anos, atinge o público alvo que se destina, e o resultado obtido foi uma média de satisfação de 8,89. A partir da análise dos entrevistados a classificação indicada foi de 8 a 14 anos.

Depois de realizadas todas as análises, fizemos uma média geral do software a partir da média dos resultados de cada quesito por alunos e professores, a qual foi de 8 pelos alunos e 8,18 pelos professores. De acordo com isto, o software RoboEduc obteve uma média geral de 8,1.

## 5. Conclusão

A crescente demanda por software, requer o desenvolvimento de técnicas para uma melhor qualidade do produto. Diante disso, metodologias e técnicas tem sido desenvolvidas para validar e qualificar softwares. Neste trabalho apresentamos um método avaliativo para softwares de robótica educacional. O método se propõe a realizar uma análise es-

pecífica que indica os atributos mais relevantes do software em questão possibilitando ao interessado avaliar se este software atende ou não as suas necessidades.

Para validação do método, denominado EducAval, selecionamos um grupo de usuários do software para robótica educacional RoboEduc e realizamos uma análise completa deste software a partir da aplicação dos questionários criados. O método foi aplicado de forma satisfatória e os resultados fornecidos foram eficazes, podendo ser utilizado pela comunidade científica para realizar a análise de outros softwares desta área de conhecimento.

Pretendemos posteriormente analisar as necessidades do interessado na avaliação de determinados softwares e informar qual software é ou não indicado para ele através dos testes, possibilitando uma maior eficiência e comodidade na hora de escolher o software que melhor atende seu projeto.

## References

- Barros, R. P., Sá, S. T. L., Aglaé, A., Azevedo, S., Burlamaqui, A., and Gonçalves, L. M. G. (2010). Roboeduc: Um software para programação em níveis. *Workshop de Informática na Educação*.
- DIEB (2012). Dicionário interativo da educação brasileira: Educa brasil 2012. Disponível em: <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp>. Acesso em: 01 junho 2013.
- do Rocio Zilli, S. (2004). A robótica educacional no ensino fundamental: Perspectivas e práticas. Master's thesis, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Fernandes, C. C., Sá, S. T. L., and Gonçalves, L. M. G. (2012). Ambiente de simulação bidimensional para robótica educacional. In *XI Jornada Peruana de Computación (JPC)*.
- Garvin, D. (1984). *What Does 'Product Quality' Really Mean?*, pages 25–45. Sloan Management Review.
- Gladcheff, A. P. (2002). Um instrumento de avaliação da qualidade para software educacional de matemática.
- Jucá, S. C. S. (2006). A relevância dos softwares educativos na educação profissional.
- Pitta, R. (2011). Evolução, avaliação e validação do software roboeduc. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Pitta, R., Thomaz, S., Aglaé, A., Azevedo, S., Burlamaqui, A., and Gonçalves, L. M. (2010). Roboeduc: Um software para programação em níveis. In *WorkShop de Informática na Educação - WIE*.
- Pressman, R. S. (2011). *Engenharia de Software - Uma Abordagem Profissional*, 7. ed. Mc Graw Hill.
- Silva, W. P., S., C. M. D. P., S., C. D. P., Soares, I. B., and S., D. D. P. Apresentação do software educacional "vest21 mecânica".
- Zem-Mascarenhas, S. H. and de Bortoli Cassiani, S. H. (2001). Desenvolvimento e avaliação de um software educacional para o ensino de enfermagem pediátrica.

## Programação de Robôs em Diferentes Níveis de Abstração

Sarah Thomaz<sup>1</sup>, Carla Fernandes<sup>1</sup>, Erika Yanaguibashi<sup>2</sup>, Luiz Marcos G. Gonçalves<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup> Escola De Ciências e Tecnologia – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN) - Natal, RN – Brasil

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

**Abstract.** *The teaching of programming is an important issue related to educational robotics. Several robotic prototypes have a specific programming language. This paper presents the possibility of abstraction in programming complexity, by making use of the web environment multiplatform configurable W-Educ, as an alternative to the teaching of programming in an environment of educational robotics composed of students of different ages. The presented approach allows different groups of users to perform the same activity making use of different resources.*

**Resumo.** *O ensino da programação é um importante tema relacionado à robótica educacional. Diversos protótipos robóticos possuem uma linguagem de programação específica. Este artigo apresenta a possibilidade de abstração de complexidade na programação, fazendo uso do ambiente web multiplataforma configurável W-Educ, como uma alternativa ao ensino da programação em um ambiente de robótica educacional composto por alunos de diferentes idades. A abordagem apresentada permite que diferentes grupos de usuários realizem a mesma atividade fazendo uso de recursos diferentes.*

### 1. Introdução

A programação de robôs é o processo de escrita de uma sequência de passos que podem ser executados em um protótipo robótico a fim de executar uma determinada tarefa. A programação de robôs é diferente do controle, visto que no controle remoto o usuário faz uso apenas dos recursos disponíveis, neste caso não há o desafio de criação de novos recursos e/ou novos meios para solucionar o problema proposto.

Sabemos que existem diversas linguagens de programação, porém os ambientes de desenvolvimento que acompanham os kits de robótica educacional, em sua maioria, possuem linguagens de programação diferentes e formas diferentes de se programar: gráfica ou textual [Barros et al. 2010]. As interfaces de programação gráfica possuem duas vertentes: ou se aproximam ao máximo do controle direto das peças de hardware ou tentam abstrair a visualização do hardware, a partir do encaixe de conteúdos gráficos ou textuais. Já os que podem ser programados de forma textual apresentam, em sua maioria, uma linguagem de programação baseada em uma determinada língua, geralmente na língua inglesa com palavras chaves e sequências de comandos diferenciadas.

O ambiente de desenvolvimento web multiplataforma para aplicações em robótica educacional W-Educ [Sá et al. 2013], pretende fornecer em um único ambiente de programação textual diferentes níveis de abstração de linguagem. Para tal, este ambiente permite a programação em diferentes linguagens que sejam previamente cadastradas, a fim de que diferentes robôs possam ser programados em sua linguagem padrão e em R-Educ [Pitta 2011], que é traduzida para qualquer uma das linguagens que possuem cadastro. Esse trabalho apresenta como é feita a abstração de complexidade em 4 níveis de uma linguagem de programação neste ambiente, demonstrando a execução de uma atividade de robótica.

## **2. Abstração de linguagem**

O processo de abstração de linguagem em um único ambiente é possibilitado através do cadastro de uma linguagem para programação de robôs, feito por um usuário especialista. Esse cadastro foi baseado em um estudo previamente realizado, que indicou quais as características mais recorrentes em diferentes linguagens para programação de robôs.

O conjunto de dados requisitados no formulário de cadastro de linguagens foram distribuídos da seguinte forma:

- Nome e Descrição: informações sobre o nome da linguagem, robô ao qual ela está associada e sua descrição;
- Compilação e envio: informações sobre as chamadas de sistema para compilação, envio do programa e extensão dos arquivos gerados pelo compilador;
- Cabeçalho e Rodapé: códigos que devem ser inseridos no cabeçalho e rodapé de todos os programas gerados pelo tradutor;
- Declarações de Funções: informações sobre as funções principais e como são declaradas funções sem retorno;
- Tipos de dados: informações sobre como são declarados os tipos de dados na linguagem;
- Operadores: operadores lógicos e relacionais da linguagem;
- Controladores de fluxo: informações sobre como se dá a escrita dos controladores de fluxo na linguagem;
- Funções: informação de como são feitas as chamadas de funções específicas da linguagem e qual será seu nome correspondente em R-Educ.

A partir destas informações é possível realizar a tradução para a linguagem R-Educ a partir de qualquer outra linguagem cujos dados tenham sido completamente fornecidos. A abstração de linguagens, alvo deste trabalho, foca no último conjunto de dados solicitado: as funções. As funções, ou rotinas, são cadastradas e permitem que qualquer conjunto de operações seja realizado utilizando apenas um nome e a sequência de parâmetros de entrada necessários. Essas funções podem fornecer ou não um retorno. Na seção seguinte apresentaremos como uma atividade de robótica pode ser realizada em quatro níveis de abstração diferentes.

## **3. Experimentos e Resultados**

O sistema W-Educ permite a programação de robôs em diferentes linguagens a partir da realização de um cadastro prévio, neste trabalho nos deteremos a linguagem NXC para

programação de robôs Lego Mindstorms NXT [LEGO 2011], e a linguagem padrão R-Educ criada para o sistema. Para a programação em R-Educ é possível realizar o cadastro de funções com o objetivo de simplificar o desenvolvimento de programas. As funções podem englobar um conjunto de instruções, abstraindo assim o nível de conhecimento necessário ao programador.

Para demonstração, criamos um exemplo de aula de robótica que pode ser aplicada a alunos com diferentes faixas etárias e diferentes níveis de conhecimentos em robótica e em programação. Apresentaremos o exemplo desenvolvido em quatro diferentes níveis de complexidade:

- Nível 1 - Programa em linguagem R-Educ utilizando funções complexas;
- Nível 2 - Programa em linguagem R-Educ utilizando funções para representar as direções de movimentação do robô;
- Nível 3 - Programa em linguagem R-Educ utilizando funções para representar a direção dos motores acoplados ao robô;
- Nível 4 - Programa em linguagem NXC.

### 3.1. Atividade: Seguidor de linha

A atividade escolhida serve de base para as atividades propostas na Olimpíada Brasileira de Robótica, nesta atividade o robô deve utilizar sensores de cor para seguir uma linha preta demarcada em uma plataforma branca. Apresentaremos em cada nível de complexidade o conjunto de funções juntamente com seus parâmetros e o algoritmo capaz de realizar a atividade proposta.

#### 3.1.1. Nível 1 - Linguagem R-Educ utilizando funções complexas

Para o desenvolvimento da atividade neste nível realizamos o cadastro da função "seguir\_linha", apresentada na Tabela 1, que faz com que um robô que possui dois sensores de cor corretamente espaçados seja capaz de seguir uma linha preta. Esta função é composta por estruturas de condição capazes de testar os valores obtidos dos sensores e funções que movimentam os motores do robô. A função "definircor", também apresentada na Tabela 1, indica em qual das portas de entrada do robô LEGO o sensor de cor está conectado. Percebemos que a programação neste nível, mostrada no Algoritmo 1, não necessita que o programador tenha conhecimento de estruturas de condição, apenas de uma estrutura de repetição para que a função seja utilizada repetidas vezes.

Função	Parâmetro
Definircor	Porta
Seguir_linha	1- Porta do sensor da direita 2- Porta do sensor da esquerda

**Tabela 1. Funções para seguir linha no nível 1**

Função	Parâmetro
Definircor	Porta
Cor	Porta
Frente	Tempo
Direita	Tempo
Esquerda	Tempo

**Tabela 2. Funções para seguir linha no nível 2**



---

**Algoritmo 1:** Algoritmo nível 1

---

```
início
|  definircor(1)
|  definircor(2)
|  enquanto (l=1) farei {
|    | seguir_linha(1,2)
|    }
fim
```

---

**3.1.2. Nível 2 - Linguagem R-Educ utilizando funções para representar a direção do robô**

A função "cor", apresentada na Tabela 2, permite realizar a leitura do sensor de cor. O valor retornado pelo sensor pode ser comparado com as cores que o sensor de cor identifica: preto, azul, verde, amarelo, vermelho e branco. A partir do código gerado (Algoritmo 2) percebemos que neste nível o aluno já deve ser capaz de compreender estruturas de repetição e condição, além de realizar a movimentação do robô em diferentes sentidos.

---

**Algoritmo 2:** Algoritmo nível 2

---

```
início
|  definircor(1)
|  definircor(2)
|  enquanto (l=1) farei {
|    | se (cor(l) = preto) entao {
|    |   | direita(100)
|    |   }
|    | senao {
|    |   | se (cor(2) = preto) entao {
|    |   |   | esquerda(100)
|    |   |   }
|    |   | senao {
|    |   |   | frente(100)
|    |   |   }
|    |   }
|    }
|  }
fim
```

---

**3.1.3. Nível 3 - Linguagem R-Educ utilizando funções para representar a direção dos motores**

Este nível, difere-se do anterior pois agora é necessário que o programador saiba estruturar o movimento indicando em que direção o motor deve girar. A abstração nesse nível se dá no conteúdo transversal e não especificamente em programação. As funções utilizadas no nível 3 são mostradas na Tabela 3, e o programa final está apresentado no Algoritmo 3.

Função	Parâmetro
Definircor	Porta
Cor	Porta
Motor_Frente	Motor
Motor_Tras	Motor
Esperar	Tempo

**Tabela 3. Funções para seguir linha no nível 3**

Função	Parâmetro
SetSensorColorFull	Porta
Sensor	Porta
OnFwd	1- Motor 2- Força
OnRev	1- Motor 2- Força
Wait	Tempo

**Tabela 4. Funções para seguir linha no nível 4**

---

**Algoritmo 3: Algoritmo nível 3**

---

```

início
  definircor(1)
  definircor(2)
  enquanto (l=1) farei {
    se (cor(1) = preto) entao {
      Motor_Frente(b)
      Motor_Tras(c)
      Esperar(100)
    }
    senao {
      se (cor(2) = preto) entao {
        Motor_Frente(c)
        Motor_Tras(b)
        Esperar(100)
      }
      senao {
        Motor_Frente(bc)
        Esperar(100)
      }
    }
  }
fim

```

---

### 3.1.4. Nível 4 - Linguagem NXC

Neste nível a programação é realizada diretamente na linguagem cadastrada, neste caso, na linguagem NXC (Algoritmo 4). É necessário, portanto, que o usuário já tenha um conhecimento prévio de programação e que entenda as funções dessa linguagem e suas estruturas que devem ser escritas em inglês (Tabela 4).

Podemos observar que em todos os níveis listados a atividade pode ser realizada de forma satisfatória. É importante perceber que a quantidade de funções vai variar e diferentes parâmetros serão solicitados em cada nível. Outro ponto importante é que a complexidade do código vai alterar, viabilizando que um grupo diferente de usuários

possa realizar a mesma atividade de acordo com seu nível de entendimento.

---

**Algoritmo 4:** Algoritmo nível 4

---

```

task main () {
  SetSensorColorFull(IN_1);
  SetSensorColorFull(IN_2);
  while (true) {
    if (Sensor(IN_1) == 1) {
      OnFwd(OUT_B, 100);
      OnRev(OUT_C, 100);
      Wait(100);
    }
    else {
      if (Sensor(IN_2) == 1) {
        OnFwd(OUT_C, 100);
        OnRev(OUT_B, 100);
        Wait(100);
      }
      else {
        OnFwd(OUT_BC, 100);
        Wait(100);
      }
    }
  }
}

```

---

#### 4. Conclusão

Entendemos a partir dos experimentos apresentados neste artigo que é possível utilizar diferentes tipos de abstração em um único ambiente de programação textual.

Inferimos que o ambiente web multiplataforma configurável abordado, juntamente com sua possibilidade de cadastro de funções possibilita que uma única atividade possa ser realizada de formas diferentes, o que permite que um grupo heterogêneo de alunos possa fazer uso de um único ambiente para realizar o que é proposto sem que seja exigido alguém ou além do que já aprendeu até então.

#### References

- Barros, R. P., Sá, S. T. L., Aglaé, A., Azevedo, S., Burlamaqui, A., and Gonçalves, L. M. G. (2010). Roboeduc: Um software para programação em níveis. *Workshop de Informática na Educação*.
- LEGO (2011). Mindstorms nxt. Disponível em: <http://mindstorms.lego.com>. Acesso em: 5 de dezembro de 2011.
- Pitta, R. (2011). Evolução, avaliação e validação do software roboeduc. Master's thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
- Sá, S. T. L., Fernandes, C. C., Barros, R. P., Paiva, V., and Gonçalves, L. M. G. (2013). Web based configurable and multiplatform development environment for educational robotics. In *16th International Conference on Advanced Robotics*.

## Uma proposta de formação de professores para o uso de robótica na escola: as possibilidades da Teoria da Ação Comunicativa

Eduardo Cortez Guimarães<sup>1</sup>, Deise Aparecida Peralta<sup>2</sup>, José Pacheco de Almeida Prado<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Licenciatura em Matemática – Bolsista FAPESP (Proc. Proc 2013/21375)-  
Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista  
“Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – SP - Brasil

<sup>2</sup> Departamento de Matemática - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira –  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP) – SP -  
Brasil

<sup>3</sup> pETe Educação com Tecnologia – São Carlos – SP- Brasil

eduardocortez34@gmail.com, deise@mat.feis.unesp.br, pacheco@pete.com.br

**Resumo.** Esta pesquisa analisa um modelo de formação de professores para o uso de robótica na escola. Participaram do estudo quatro professoras da rede pública paulista que foram envolvidas em discussões, segundo os princípios habermasianos do Agir Comunicativo, sobre formação de professores, prática de ensino e de avaliação e possibilidades da robótica em sala de aula. O modelo proposto deu ao professor o status de protagonista em seu processo de formação e constatou que a robótica é um recurso capaz de alterar prática pedagógica de acordo com objetivos de ensino e em função das necessidades dos alunos.

**Abstract.** This research evaluated a model of teacher training for the use of robotics in school. The study included four teachers of the São Paulo, involved in interviews that characterized his discourses on teacher education, teaching practice and evaluation before and after the intervention process. The intervention consisted of discussions about features and possibilities of robotics employed by them in their classes. The value of the interaction model, based on a perspective of Habermas' Communicative Action, a resource provided an opportunity to analyze the practice itself from free speech, giving autonomy to teachers to change their practice according to your goals and the needs students

### 1. Pressupostos teóricos

A concepção adotada nesta pesquisa é diferente daquela habitualmente utilizada na implantação de robótica em ambiente escolar: em que um grupo de pessoas decide que existe conteúdo curricular pode ser modelado e oferece um modelo para o conceito em questão a partir de um protótipo de robô. Neste modelo, a formação dos professores muitas vezes é um treinamento, pautado em uma racionalidade técnica, que segundo um paradigma de capacitação o torna capaz de executar certos procedimentos, que na maioria das vezes podem não ser suficientes para tornar o professor autônomo na implementação de projetos em sala de aula. Formações ancoradas no citado paradigma acabam por tornar a robótica uma tecnologia que para ser usada na escola torna o

professor dependente de suportes externos.

No caso do presente trabalho acredita-se que a robótica pode ser considerada como parte integrante da prática docente e não meramente um recurso a ser empregado, pontualmente, com intervenção externa. Estima-se que o domínio de conhecimentos sobre a robótica, principalmente sobre sua natureza concreta, possa fornecer condições adequadas para o professor criar, avaliar e alterar sua prática em sala de aula. Desta forma, caracterizando a tecnologia não como mais uma ferramenta a ser implementada como atividade extra curricular e sim, como constituinte de um fazer diário em sala de aula pautado na autonomia docente. Para tanto, a formação do professor deve superar o modelo “transmissão – recepção”, ou seja, o modelo em que um especialista “treina/capacita/orienta” o professor sobre como utilizar os recursos de um aparato robótico e o professor por sua vez reproduz as atividades da “capacitação” com seus alunos.

Na tentativa de superar, e até romper com o referido modelo, o objetivo deste estudo é avaliar a adoção da Teoria da Ação Comunicativa (TAC), como arcabouço teórico, para implementar uma proposta de formação docente. Tal proposta está ancorada na hipótese de que para ser efetivo um modelo de formação de professores, para o uso de robótica na escola, deve ser pautado nos ideais de professores capazes de falar e agir, de compreender as situações em que ocorrem as interações em sala de aula, coordenar suas ações didáticas, ou seja, tendo o professor como protagonista de sua própria formação.

Jürgen Habermas, sociólogo e filósofo, pessoalmente não se dedica, especificamente, a Educação, apesar de ultimamente ser mencionado com certa frequência para analisar questões educacionais. A justificativa, para a escolha de tê-lo como fundamentação teórica desta pesquisa, se dá por ser Habermas um crítico, por excelência, dos efeitos perversos da infiltração de uma racionalização de caráter instrumental em todas as dimensões da vida humana. Sendo assim, uma formação docente para o uso de robótica de cunho habermasiano coloca o professor no centro das ações, participando inclusive do planejamento de todas as etapas de sua própria formação. Tudo é discutido e decidido em conjunto com ele. Os formadores apresentam suas intenções de formação, que são apreciadas e validadas, ou não, pelos professores. Os professores também devem apresentar suas pretensões a serem validadas, ou não, pelos formadores. E é neste processo dialógico de apresentação de pretensões de validade que professores e formadores devem se entender, sempre através do discurso livre de coerções.

A Ação Comunicativa objetiva a ausência de assimetrias entre os sujeitos que pretendam se entender. Caso o potencial comunicativo não se realize surge a necessidade de emancipação. Habermas (2002) trabalha com o conceito de discurso como uma forma de comunicação que consiste na fala destinada a fundamentar as pretensões de validade das afirmações e das normas nas quais se baseiam as interações. Habermas chama a atenção para o aspecto intersubjetivo do Discurso (relação dialogal), além do aspecto lógico-argumentativo (explanação e discussão para a fundamentação das pretensões de validade problematizadas). Sendo assim, mais do que “convencer” os professores que a robótica na escola pode ser um recurso que favoreça a ação docente, os professores devem se sentir parte de uma discussão que analisa se a robótica, realmente, favorece a ação docente. Aponta Zeichner (2003): “[...] só ocorrerão mudanças qualitativas na prática de sala de aula quando os professores

compreenderem e aceitarem as mudanças como suas. [...]”.

Segundo Habermas, para dois ou mais sujeitos chegarem a um acordo não significa anular as divergências ou as experiências singulares dos sujeitos, mas buscar um consenso entre eles. Portanto, não cabe contestar as qualificações dos especialistas que elaboram ações formativas. Ao contrário, os seus conhecimentos devem ser valorizados. Porém, não cabe tão pouco a falta de legitimação das condições do professor participar dessas ações, seus conhecimentos também precisam ser valorizados. Para tanto é preciso oferecer oportunidades de falas em Ações Comunicativas envolvendo esse professor.

Habermas (2001; 2003) aponta a Ação Comunicativa como uma racionalidade aberta e ampla, construída de forma processual e capaz de produzir entendimentos sobre as ações partilhadas no mundo da vida (HABERMAS, 2002). Na perspectiva Habermasiana, o mundo da vida é a esfera de reprodução simbólica, da linguagem, das redes de significados que compõem determinada visão de mundo, sejam eles referentes aos fatos objetivos, às normas sociais ou aos conteúdos subjetivos.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

Com o objetivo de pensar um modelo de formação docente, com potencial formativo para o uso de robótica na escola numa perspectiva Habermasiana de agir comunicativo, algumas etapas foram percorridas: caracterização do discurso pré-intervenção, caracterização da prática docente pré-intervenção, processo de intervenção (leitura de texto que analisa kits disponíveis no mercado, discussão sobre características desejáveis em kits de robótica, manipulação de kit avaliado como adequado, criação e análise de atividades para implementar projetos com o uso de robótica, discussão sobre práticas de ensino, de avaliação, desempenho dos alunos e possibilidades da robótica na escola, planejamento de um projeto de robótica), caracterização da prática docente pós-intervenção (implementação do projeto de robótica planejado) e a avaliação do processo.

Os dados foram constituídos em reuniões que se caracterizaram pelo diálogo e argumentação entre professoras e pesquisador. Em todas as reuniões era garantida a liberdade de atos de fala ao professor, ou seja, nesses encontros o discurso do professor poderia se tornar uma ação de formação. Para tanto todas essas etapas buscaram respeitar princípios básicos do Agir Comunicativo de Habermas: a) a garantia e a legitimação de atos de falas para pesquisador e professora; b) liberdade para acordo e desacordo entre professora e pesquisador, garantindo a condição de argumentação com pretensão de validade; c) objetivos de entendimento e consenso.

Participaram deste estudo 4 professoras licenciadas (01 em Matemática, 01 em Biologia, 01 em Química, 01 em Física) que atuam na rede pública do estado de São Paulo – Brasil. As professoras MA, BI, FI e QUI participaram das reuniões com o pesquisador em Horários de Trabalho Pedagógico (HTPC) com a permissão da diretora da escola.

## **3. Resultados do estudo**

**3.1. Caracterização do discurso pré-intervenção:** as professoras descreveram a formação que receberam apenas por características técnicas e práticas. Numa clara

evidência de terem sido formadas num modelo de racionalidade instrumental, que passou a fundamentar, inclusive, suas expectativas em relação a ser professor. Essa racionalidade instrumental fundamenta o entendimento de tecnologia informatizada apenas como uma ferramenta, a ser usada como complemento em suas aulas, para introduzir ou finalizar um assunto, mas nunca como parte integrante do fazer pedagógico diário. A prática e a técnica são tidas como ideal de fazer pedagógico, gerando, inclusive, sentimentos de frustração quando a tentativa não parece ser bem sucedida.

[...]Uso o computador pra complementar as aulas. Como prêmio para eles se divertirem um pouco, aprender divertindo[...] Na faculdade o curso foi extremamente papel e lápis, só. Robótica? Não sei não. Talvez dê certo se tiver um especialista pra ensinar os meninos. (MA)

Eu uso na escola, lógico que o laboratório é menos equipado, como os professores usavam na faculdades: a aula no laboratório para introduzir ou encerrar um assunto.[...]Nossa robótica! No meu caso, tenho certeza, muitas capacitações seriam necessárias. (BI)

[...]Robótica já ouvi falar bastante, mas me parece ainda meio forçado usar pra ensinar conteúdo curricular. Serve mais para competição. (FI)

**3.2. Caracterização da prática pedagógica:** evidenciamos que não contemplam um agir comunicativo, ou seja, a prática docente em sala de aula reproduz a racionalidade presente nas histórias de formações que receberam modelo transmissão-recepção, reprodução de atividades de capacitações). Tal evidência demonstra dificuldades de superação dos malefícios provocados pela intervenção da racionalidade sistêmica sobre o mundo da vida, através do restabelecimento da interação comunicativa com alunos, outros professores, gestores em relação ao uso de tecnologias em sala de aula.

[...]não uso material diferente, mesmo porque eles vão ter que enfrentar o SARESP [...] As atividades no computador também uso pensando que pode ajuda-los quando tiverem que fazer a prova, por isso fico reticente quando você falou em robótica. Como a robótica pode me ajudar a enfrentar questões como o SARESP? (FI)

[...] como preciso dar uma nota ao final do bimestre eu tenho a preocupação que eles tenham o Caderno<sup>1</sup> completo, assim eu tenho no que dar nota.[...] Acho muito importante o uso do computador e de tecnologias , mas às vezes é preciso dar prioridade para o conteúdo do Currículo. Seremos cobrados por causa dele. Mas o ideal seria se desse pra usar a tecnologia também. (QUI)

**3.3. Intervenção:** Nesta etapa, pesquisador e professoras puderam fazer uso de atos de fala, expondo suas pretensões de validade, argumentando numa perspectiva de Razão Comunicativa:

Eu tenho um passo a passo [contido no Caderno do Professor] que foi feito por especialistas que deveriam estar estudando como as competências se relacionam com cada um dos conteúdos, mas como eu posso ter certeza se estou seguindo certo esse passo a passo para desenvolver competências? Então eu analiso as condições que tive para desenvolver a Situação de Aprendizagem do seguinte modo: eu tive que executar um planejamento feito por outra pessoa correndo o risco de não entender o que a pessoa que idealizou aquelas atividades queria que fosse feito. Fico agora me perguntando como seria com a robótica? Seria necessário um "caderno" para o aluno e um para o professor também? Pensando em implementar um projeto de robótica na escola: teríamos condições de conduzir sem passo a passo? (BI)

Nesta etapa de intervenção os encontros entre pesquisador e professores tiveram como foco discutir as possibilidades da robótica como componente de prática de ensino. Os professores manipularam um kit, explorando suas funcionalidades ao mesmo tempo

em que discutiam práticas de ensino, de avaliação, desempenho dos alunos e possibilidades da robótica. O objetivo não era desenvolver um material (do tipo kit de robótica), mas o desenvolvimento de um processo de construção de prática pedagógica com o uso da robótica. Sendo assim, foi feita escolha por um material já disponível no mercado tendo como referência um artigo de pesquisadores da Universidade de Campinas que analisa alguns kits disponíveis no mercado, comparando suas facilidades e dificuldades de uso para a aprendizagem. (MORELATO et al, 2011).

Foi feita opção pelo uso de um kit analisado pelos pesquisadores da UNICAMP como apresentando peças de montagem resistentes, um ambiente de programação simples, com interface de fácil interação; exigência de um nível de conceitos considerado médio, o que facilita seu uso para alunos da educação básica; não exigência da necessidade de acompanhamento de orientador para implementação de projetos, facilitando a autonomia de alunos e professores. A interação com as professoras, orientada para um agir comunicativo, possibilitou a elas analisarem a própria prática no sentido de avaliarem o desempenho dos alunos em função das ações docentes. O uso de tecnologia, mais especificamente a robótica, começa a ser analisada de maneira crítica e não como mais um procedimento a ser seguido.

[...] incrível como falar de robótica tem me trazido a oportunidade de pensar o que pretendo quando falo algo para os meus alunos, quando proponho um problema. [...] O legal disso tudo é que tendo oportunidade de falar tenho a impressão que tenho aprendido mais do que nos cursos e capacitações que tenho feito. (MA)

Se o uso de robótica for pautado num manual corre-se o risco de acontecer como tudo na escola, nos preocuparmos mais com o procedimento que com os conceitos e atitudes envolvidos. (QUI)

**3.4 Caracterização da prática docente pós-intervenção:** A possibilidade de participar de um processo formativo de forma realmente ativa. Absolutamente tudo foi colocado em discussão com as professoras. O pesquisador apresentava em cada etapa suas intenções sobre as possibilidades da robótica na escola e se colocava a argumentar e contra argumentar com as professoras. Tal modelo de formação possibilitou às professoras aproximarem suas posturas em sala de aula de ações mais voltadas a uma razão comunicativa. Nas aulas em que foram implementados os projetos de robótica, as professoras ofereceram aos alunos oportunidade de argumentarem e contra argumentarem. A Ação Comunicativa torna o uso de robótica em sala de aula mais voltado a uma racionalidade crítica, colocando os alunos em postura de operar sobre o mundo.

Eu tentei ter em mente qual era o meu objetivo, o que eu pretendia que os alunos fizessem e a partir daí idealizei minha aula. Quanto aos alunos eu tinha claro que eles teriam que fazer e falar sobre o conteúdo da aula. Eu tinha comigo que eles tinham que se expor. A apresentação do kit, o convite a explorarem as funcionalidades, a proposição do problema acerca de uma certa distância a ser percorrida, facilmente resolvido por meio de medição e verificação e utilização de uma relação de proporcionalidade, foram oportunidades para que, de alguma forma, participassem, se posicionassem na aula. Não me interessava mais o Caderno completo e sim o que os alunos fizeram. Eu acredito que o mais importante, o que mais me marcou foi a oportunidade dada aos alunos para participarem da aula. A robótica, naturalmente, possibilitou levantamento de hipótese, testagem de evidências através de observações e previsões, análise de dados. Eles participaram e a minha intenção era essa. Fiquei muito satisfeita com essas aulas. (MA)

Eu queria ver nos Cadernos deles a resolução do Problema proposto, mas queria que eles soubessem dizer qual o caminho percorrido para encontrara a solução. Com a robótica isso foi possível. (BI)



Diante de conversas em que o pesquisador tentou manter um discurso voltado ao entendimento e consenso, as professoras tiveram liberdade para argumentar sobre as relações que envolvem suas práticas de sala de aula e as possibilidades da robótica. Essa oportunidade de argumentação fê-las experimentar um modelo de formação, pautada na teoria habermasiana da Ação Comunicativa, que as auxiliou nas análises das relações de poder que se sobrepõe à sua atividade docente. Esse exercício pareceu necessário para torná-las conscientes e com autonomia sobre a organização dos processos que se estabelecessem em sala de aula, e sobre as formas de como robótica pode ser utilizada como parte integrante de prática docente e não como mais uma ferramenta que complementa suas aulas.

[...] Foi bom aprender podendo falar. A robótica nesta nossa experiência não foi imposta, foi posta à prova. A possibilidade de falar sobre, ouvir, argumentar, contra argumentar, testar em sala, analisar criticamente de forma coletiva me mostrou que é possível fazer assim também com alunos. Pensar que uma tecnologia, ao fundamentar minhas ações de ensino, também pode facilitar o avaliar (QUI)

[...] Por isso tem tanto material estocado em escolas. Tudo vem imposto e acaba não sendo incorporado pelo professor. O professor nunca faz parte dos processos, nem da sua própria formação. Estou gostando dessa forma de pensar em práticas de ensino. (BI)

[...] Se for tratado como alguém que não precisa receber orientações prontas o tempo todo, mas que tem condições de intervir de acordo com a realidade de cada turma. Os conteúdos dos nossos encontros também foram muito importantes. Eu fiquei mais confiante do que eu tinha que fazer e da minha capacidade de fazê-lo.(MA)

Sempre colocam o professor num papel de executor de tecnologia. Eu nunca pensei que conseguiria criar sozinha. (FI)

**3.5. Avaliação do processo:** A tentativa de comunicação, verdadeiramente livre, com possibilidades de entendimento mútuo entre pares se mostrou um modelo de formação para o uso de robótica na escola que legitima os professores como protagonista em processos formativos. Tal formação possibilita o **domínio do conhecimento científico**, de modo a que adquira a competência necessária para implementar um projeto que envolva um aparato de robótica. Também coloca o professor em contato com princípios que permitem **compreender o comportamento humano e os processos de ensino e aprendizagem**, habilitando-o a planejar, executar e avaliar um plano eficiente de ensino. Uma formação que considere o protagonismo do professor tem como foco o **autogoverno**, levando-o a adquirir e manter um repertório diversificado, a **superar as condições que o mantém** trabalhando de modo mecânico e estereotipado e a construir a **autonomia** necessária para realizar seu trabalho sem precisar que lhe digam, a cada semana de planejamento, a cada reunião, ou a cada novo curso de formação, pelo resto de sua vida, o que deve fazer na sala de aula. (ZANOTTO, 2004).

#### 4. Conclusão

Retomando o objetivo do estudo “ avaliar a adoção da Teoria da Ação Comunicativa (TAC), como arcabouço teórico, para implementar uma proposta de formação docente ” e de acordo com os relatos das professoras e da observação de suas práticas de ensino, é possível afirmar que a TAC tem potencial para fundamentar formação docente, bem como fundamentar práticas de ensino utilizando a robótica educacional. Tal afirmação pode ser feita ao evidenciarmos que as professoras não adotaram uma concepção de robótica na escola defendida pelo pesquisador, mas sim

construíram em conjunto com o pesquisador uma concepção de robótica como prática de ensino.

A comunicação, verdadeiramente livre, com possibilidades de entendimento mútuo entre pares em uma esfera pública democrática, de acordo com relato das professoras, se mostrou um modelo de formação para o uso de robótica na escola que legitima os professores como profissionais autônomos e emancipados. O processo tornou-as conscientes e, subjetivamente, emancipadas com autonomia sobre a organização dos processos que se estabelecessem em sala de aula, e sobre as formas de como robótica pode ser utilizada como parte integrante de prática docente e não como mais uma ferramenta que complemente suas aulas.

Os resultados obtidos podem contribuir para futuras discussões sobre formas de formação de professores para o uso de robótica na escola. Tais discussões poderiam ainda fomentar e corroborar justificativas acerca das potencialidades de uma teoria educacional, fundamentada na Ação Comunicativa, a partir da compreensão da busca de entendimento enquanto processo formativo de professores para o uso de tecnologias. Dentro dessa óptica é possível ainda defender que a interação promovida por essa pesquisa propõe, que todo o processo de formação de professores deve sempre considera-los como protagonistas em ação.

## **5.Referências bibliográficas**

Habermas, J. (2001). “Teoría de la acción comunicativa I: racionalidad de la acción y racionalización social”. 3ª ed. Madri: Taurus.

Habermas, J (2002). “Acções, actos de fala, interacções linguisticamente mediadas e o mundo vivo”. In HABERMAS, J.. Racionalidade e comunicação. Lisboa: Edições 70.

Habermas, J. (2003). “Teoría de la acción comunicativa II: crítica de la razón funcionalista”. 4ª ed.Madri: Taurus.

Habermas, J. (2006). “Técnica e ciência como ideologia”. Lisboa: Edições 70.

Morelato, L.A; Nascimento, R. A. O ; Abreu, J. e Borges; M. A. F.(2010).” Avaliando diferentes possibilidades de uso da robótica na educação”. In REnCiMa, v. 1, n. 2, p. 80-96, jul/dez.

Zanotto, M.L.(2004) Subsídios da Análise do Comportamento para a formação de professores. In Hübner, M.; Marinotti, M (orgs.) Análise do Comportamento para a Educação: Contribuições recentes. Santo André: ESETec. p. 33-48..

Zeichner,K.(2003) Formando professores reflexivos para a educação centrada no aluno: possibilidades e contradições. In: Barbosa, R.L.L.(org.). Formação de educadores: desafios e perspectivas. São Paulo: Editora UNESP. p. 35-55.

# Ensino tutorial de robótica em Ciência da Computação e Engenharia Elétrica

Matheus Chaves Menezes, Rodrigo Fumihito de Azevedo Kanehisa, Alexandre César Muniz de Oliveira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Informática – Universidade Federal do Maranhão (UFMA)  
Caixa Postal 322 – 65.080-040 – São Luís – MA – Brazil

{matheuschavesmenezes, rodrigokanehisa}@gmail.com, acmo@deinf.ufma.br

**Abstract.** *This article describes the development of complementary activities to learning basic electronics and robotics to undergraduates Computer Science and Electrical Engineering, Federal University of Maranhão, using rapid prototyping platform - Arduino Uno. The paper discusses the rationale, methodologies and tools used during activity and ultimately main results and future developments.*

**Resumo.** *Este artigo descreve a realização de atividades complementares visando o aprendizado de robótica e eletrônica básica para alunos de graduação de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão, utilizando a plataforma de prototipação rápida - Arduino Uno. O artigo trata da justificativa, metodologias e ferramentas utilizadas durante a atividade e, por fim, principais resultados obtidos e os desenvolvimentos futuros.*

## 1. Introdução

A robótica tornou-se parte fundamental na nossa sociedade, estando presente tanto na cultura popular quanto em grandes indústrias e em centros de pesquisas, porém ela tem sido inacessível para grande parte da população. Equipamentos complexos e custos elevados são, em parte, motivos dessa inacessibilidade, além da dificuldade na aprendizagem das disciplinas relacionadas ao seu estudo.

O estudo da robótica tem um contexto multidisciplinar, apresentando ao aluno experiência prática das disciplinas estudadas ao longo de sua jornada como estudante [Santos et al. 2010]. Ainda, faz-se necessária uma concepção prévia de conhecimento teórico sobre eletrônica e linguagens de programação. E estas podem ser complexas para quem possui pouco ou nenhum conhecimento sobre esses campos, sendo necessário, caso se queira uma forma efetiva de ensino, abstrair conceitos complexos em ambas as disciplinas.

Entende-se ser imprescindível, em tempos atuais, ter-se algum conhecimento sobre robótica, mesmo que não se trate da especialização desejada pelos graduandos de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica. Porém, esta não é normalmente oferecida por esses dois cursos de graduação, de tal forma que muitos alunos sequer possuem conhecimento acerca desta área.

Com o intuito de despertar o interesse dos graduandos desses cursos para Robótica, foram realizadas atividades extracurriculares na forma de oficinas organizadas e ministradas por alunos bolsistas do Programa de Educação Tutorial de Ciência da Computação (PETComp [PET ]). Para tanto, foram utilizados softwares gratuitos e componentes eletroeletrônicos, como a plataforma de computação embarcada Arduino, que pode interagir com o ambiente através de seu hardware e software [McRoberts 2011], além de possibilitar a abstração do funcionamento mais primitivos da eletrônica e programação.

O objetivo deste artigo é apresentar e gerar reflexões sobre a primeira experiência de ensino tutorial de fundamentos de robótica móvel, usando o kit Arduino, nos bacharelados de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão (UFMA). O documento está organizado em seções, sendo esta a seção 1 e as demais são como se segue. Na seção 2, são apresentadas as principais ferramentas e estratégias para o êxito da atividade acadêmica. Na seção 3, estão resumidos os principais resultados imediatos alcançados e, na seção 4, finaliza-se este artigo acrescentando-se propostas para desenvolvimentos futuros.

## **2. Metodologia**

Como proposta do PET de Ciência da Computação, são realizadas oficinas regulares como forma de disseminação do conhecimento adquirido ao longo da pesquisa exploratória realizada pelos alunos que participam do Programa. Este ato promove relação tutorial do aluno com a comunidade acadêmica e sociedade em geral. Dessa forma, são articuladas atividades de pesquisa, ensino e extensão.

Oficinas e atividades complementares são parte do trabalho do PETComp. Como exemplo, o grupo tem se dedicado ao ensino básico de design de páginas Web para jovens das comunidades adjacentes à UFMA. O grupo também tem promovido oficinas de jogos digitais para alunos da comunidade rural, na Baixada Maranhense, usando ferramentas que permitem prototipação rápida. Essa experiência tem sido bastante desafiadora e prevê trabalhos futuros com o ensino de lógica de programação usando jogos [Menezes et al. 2014].

Em 2014, o grupo se sentiu seguro para realizar a primeira oficina de Robótica usando o kit Arduino, objetivando a construção de um robô autônomo apto a sair de labirintos.

### **2.1. Proposta pedagógica**

A oficina foi dividida em três partes fundamentais. Primeiramente, foi dada uma explicação inicial sobre os componentes que seriam utilizados nas aulas pelo aluno tutor. Na segunda parte da oficina, os alunos foram instruídos a criar os circuitos eletrônicos em softwares gratuitos de prototipação e simulação, permitindo um melhor entendimento sobre o funcionamento do circuito. Por fim, os circuitos eram montados com componentes reais. A oficina aconteceu durante um pouco mais de um mês, com aulas semanais de quatro horas, totalizando 20 horas.

Depois de concluído estas três etapas, os discentes formaram grupos onde cada um destes recebeu um kit contendo os componentes básicos necessários a montagem de um robô, baseando-se seu design no robô eSwarBot [Couceiro et al. 2011].

## 2.2. Hardware e software utilizados

A placa Arduino é uma placa de prototipação rápida com uma linguagem de programação derivada do C e C++, bastante utilizada na montagem de circuitos eletrônicos e, também, controle dos mesmos. Esta placa foi escolhida devido à facilidade no seu aprendizado e seu potencial para a criação de diversas aplicações eletrônicas, mostrando-se eficaz no propósito das aulas extras.

Outros componentes que foram usados para a montagem do robô consistem em sensores ultrassônicos do modelo HC-SR04, micro servo-motores, circuitos integrados L293D para o controle dos dois motores de corrente contínua, e o chassi *magician da Sparkfun* que inclui os motores (Figura 1) [Sparkfun ]. Para completar a segunda parte da metodologia proposta, foram utilizados dois simuladores de circuitos: *Fritzing* [Fritzing ] e *123d circuits* [123d Circuits ]. Ambos se mostraram necessários, complementando um ao outro nas etapas expositivas, pois trazem componentes virtuais da placa Arduino e se diferindo em pequenos aspectos.

O *Fritzing* é um software livre que possibilita a montagem de circuitos em um ambiente amplo com vários componentes eletrônicos . O software *123d circuits* é um ambiente web capaz de possibilitar emulação da placa Arduino e também a montagem de circuitos, porém sem muitos componentes eletrônicos.

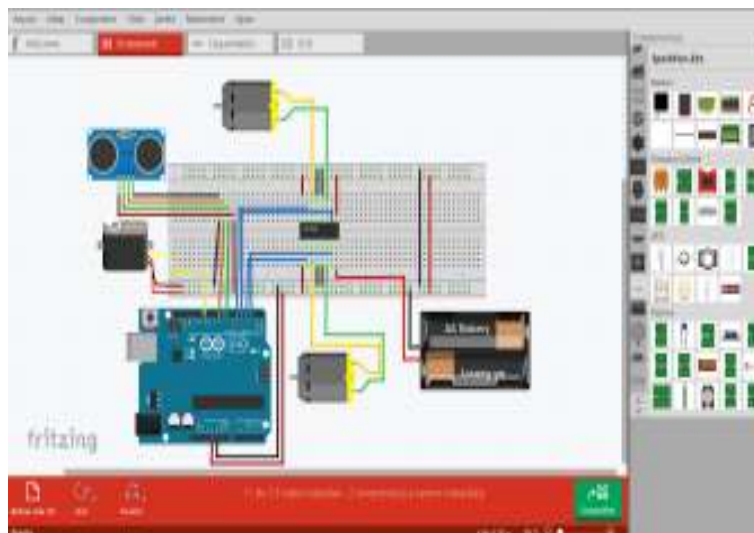


Figura 1. Modelo estrutural do robô montado no Fritzing

Para programação dos circuitos foi utilizado o próprio ambiente de desenvolvimento do Arduino [Arduino ], responsável pela implementação e integração do código aos circuitos.

## 2.3. Montagem do robô

A construção do robô foi iniciada posteriormente ao término dos encontros presenciais. Os alunos realizaram a montagem do kit, conexões dos componentes e programação da plataforma Arduino, sem interferência dos tutores.

Dentre os requisitos, estão a detecção de obstáculos por sensores ultrassônicos a uma distância mínima de 10 cm. Após o quê, o robô deveria evitar colisão e encontrar uma nova direção livre de obstáculos, locomovendo-se por servo-motor.

### 3. Resultados

Das 30 pessoas inscritas, foram formadas quatro equipes, cada uma com 6 (seis) membros em média. Cada equipe era responsável pela montagem de um robô (Figura 2) e, apesar de todos receberem os mesmos componentes, foram apresentadas soluções completamente diferentes para os problemas que apareceram durante o processo de desenvolvimento, como por exemplo, o posicionamento dos sensores ou a fonte de alimentação.



**Figura 2. Robôs construídos pelas equipes**

Por fim, foi realizada uma mostra competitiva na qual as equipes deveriam ativar seus robôs em um ponto específico de um percurso cíclico fechado, delimitado por obstáculos formando ângulos retos entre si (Figura 3). Os robôs deveriam percorrer todo o circuito em um tempo inferior a 2 minutos de forma autônoma, sendo facultada ao competidor até 3 interferências, caso o robô apresentasse um comportamento que lhe impedisse de concluir o percurso no tempo estipulado. O principal critério de avaliação foi a ausência de intervenção humana durante o trajeto. Um possível critério de desempate seria a avaliação de professores, usando como critério a complexidade dos projetos lógicos dos robôs.

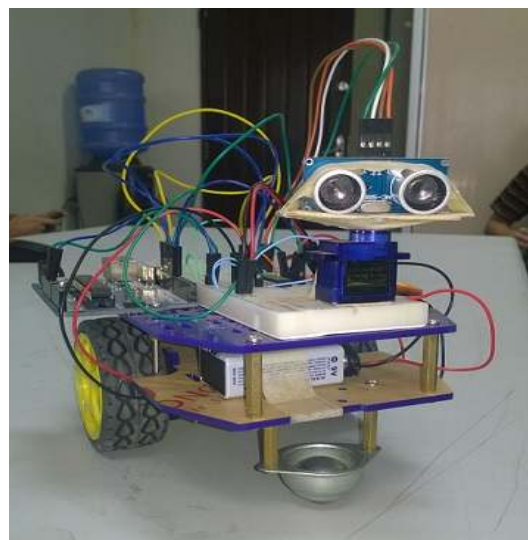
Durante as sessões de competição, duas equipes de cursos de graduação diferentes se destacaram por não necessitar de intervenção humana em nenhum momento. O robô construído pelos alunos de Engenharia Elétrica estava melhor projetado fisicamente, o que permitiu maior agilidade de movimento. Os alunos de Ciência da Computação, aparentemente, investiram mais na programação e desvio de obstáculos, o que ocasionou, para o circuito da competição, melhor desempenho final, com menos erros de trajetória. (Figura 4).

As equipes apresentaram dificuldades diferentes devido ao perfil diferente de cada aluno. Os alunos de computação tiveram dificuldades na assimilação da pinagem dos circuitos, incluindo questões de aterramento na placa Arduino. Os alunos de Engenharia Elétrica encontraram mais dificuldades na programação, incluindo a criação de funções e rotinas em Linguagem C.

A competição teve a participação de dois professores do Mestrado em Ciência da



**Figura 3. Percurso montado para a competição**



**Figura 4. Robô de uma equipe do curso Ciência da Computação**

Computação da UFMA, sendo um da área de Computação e outro da área de Engenharia de Eletricidade. A premiação entregue à equipe vencedora foi o kit Arduino usado na oficina.

Observou-se que as equipes foram bem além do conteúdo ministrado nas etapas expositivas, demonstrando bom nível de autonomia e acrescentando novos componentes.

Cada equipe buscou evidenciar no seu robô conhecimentos específicos de suas áreas, mas ainda utilizando de maneira correta conceitos mais específicos do outro curso. Verifica-se, assim, evidências de que a atividade cumpriu, de forma peculiar a cada perfil de aluno, o objetivo de despertar o interesse por robótica e estimular o diálogo interdisciplinar entre as áreas de Engenharia e Computação.

#### 4. Conclusão

A robótica vem se popularizando através de kits de hardware e software simuladores gratuitos acessíveis à crianças e jovens, desde o ensino fundamental até o ensino superior. Apesar disso, alguns cursos de graduação ainda não dispõem de disciplinas regulares em suas grades, ficando a formação profissional nessa área sujeita a iniciativas dos próprios discentes em formar grupos de estudo e pesquisa sobre o tema.

Este artigo apresenta a primeira experiência de ensino tutorial de fundamentos de robótica móvel, usando o kit Arduino, nos bacharelados de Ciência da Computação e Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Maranhão. Foram descritos os principais elementos dessa iniciativa, desde a estratégia pedagógica até os kits de hardware e software empregados.

Com as respostas positivas dos alunos à atividade realizada, está sendo planejado a continuidade dos trabalhos, iniciando pesquisa sobre novas modalidades de competições robóticas, em especial aquelas promovidos pela Robocup [JCRIS (2014)] e que podem se tornar elementos motivadores para os grupos de estudo em formação.

#### Referências

- Ministério da Educação (2013). Programa de Educação Tutorial (PET). <http://sigpet.mec.gov.br/principais/perguntas-frequentes>. Acessado em 10 de julho de 2014.
- 123d Circuits. <http://123d.circuits.io/>. Acesso em 14 de julho de 2014.
- Arduino. Download the Arduino Software. <http://123d.circuits.io/>. Acesso em 14 de julho de 2014.
- Couceiro, M. S., Figueiredo, C. M., Luz, J. M. A., Ferreira, N. M., and Rocha, R. P. (2011). A low-cost educational plataforma for swarm robotics. *International Journal of Robots, Education and Art*.
- Fritzing. <http://fritzing.org/home/>. Acesso em 12 de julho de 2014.
- McRoberts, M. . (2011). *Arduino Básico*. Novatec Editora Ltda., 1st edition.
- Menezes, M. C., Costa, D. S., de Souza, E. F., Marques, L., dos Santos, A. V., Amaral, W., Luna, L. M., da Silva, I. S., Sobrinho, M. O., França, A., et al. (2014). Buritirana: Inclusão tecnológica e desenvolvimento humano na conservação e uso sustentável da biodiversidade. *3º Seminário Nacional de Inclusão Digital*.
- Santos, F. L., Nascimento, F. M. S., and Bezerra, R. (2010). Reduc: A robótica educacional como abordagem de baixo custo para o ensino de computação em cursos técnicos e tecnológicos. *In Anais do Workshop de Informática na Escola*, 1(01).
- Sparkfun. Magician Chassis. <https://www.sparkfun.com/products/10825>. Acesso em 12 de julho de 2014.
- JCRIS (2014). Joint Conference on Robotics and Intelligent Systems. <http://jcris2014.icmc.usp.br/>. Acesso em 14 de julho de 2014.



# Simulador do Ambiente Educacional Didático de Robôs Móveis - AEDROMO

Mariana Shimabukuro, Rene Pegoraro

Departamento de Computação – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Bauru – SP - Brazil

mah.akemi21@gmail.com, pegoraro@fc.unesp.br

**Abstract.** *This paper describes a simulator for an educational environment to control mobile robots and a support library for robot programming in the ‘Processing’ programming language. Finally, a comparison between the behavior of the simulator and the real environment was made, and the simplification offered by the usage of its library to build students’ software can be exemplified.*

**Resumo.** *Este artigo apresenta aspectos do desenvolvimento de um simulador de um ambiente didático com robôs móveis e uma biblioteca de suporte a programação dos robôs utilizando a linguagem de programação ‘Processing’. Finalmente, compara-se o comportamento do simulador com o ambiente real e a simplificação oferecida pela utilização da biblioteca na construção do software do aluno.*

## 1. Introdução

ALVES *et al.* (2011a) descreve a robótica como uma abordagem de sucesso no âmbito educacional, por ela ser intrinsecamente multidisciplinar, que estimula o trabalho em grupo e promove o retorno de forma visual motivadora. Assim como os computadores, a robótica é um recurso tecnológico auxiliar utilizável no processo educacional que pode contribuir para o desenvolvimento cognitivo do aluno e habilidades intelectuais específicas. Ela se oferece como uma ferramenta pedagógica interessante sobre vários aspectos e assim deve ser encarada e explorada [PAPERT 1980].

Há dificuldades de disponibilizar um número mínimo de robôs por número de alunos, além do espaço físico requerido. Nesse contexto o uso de simuladores é uma opção, pois os alunos podem testar suas soluções sem utilizar robôs reais. Depois de ter entendido o funcionamento do robô e do ambiente, ele pode testar no ambiente real.

Este artigo apresenta um simulador com visualização tridimensional para o Ambiente Experimental Didático com Robôs Móveis (AEDROMO) e uma biblioteca destinada ao usuário, usando a linguagem *Processing*. Este artigo está organizado como segue: o item 2 descrever as tecnologias utilizadas; no item 3 são apresentados as características do novo simulador e da biblioteca de auxílio ao software do aluno, no item 4 estão os resultados do desenvolvimento e finalmente no item 5 a conclusão.

## 2. Fundamentação

O desenvolvimento deste trabalho está apoiado no AEDROMO, seu simulador já existente e na linguagem de programação *Processing*.

## 2.1. AEDROMO

O AEDROMO é um ambiente desenvolvido no Laboratório de Integração de Sistemas e Dispositivos Inteligentes (LISDI) do Departamento de Computação da Faculdade de Ciências da UNESP, campus de Bauru, onde robôs interagem para realizar tarefas simples. Os robôs neste ambiente são localizados globalmente e controlados remotamente por um computador. O AEDROMO vem sendo desenvolvido como um ambiente de teste para diversas disciplinas. Este ambiente robótico é adaptável para oferecer tarefas em diferentes níveis, integrando objetivos educacionais com suporte tecnológico. Um de seus objetivos é ser aplicável como apoio educacional para o desenvolvimento de ciências, conceitos de lógica e de programação nos níveis fundamental e médio de ensino [ALVES *et al* 2010].

O AEDROMO pode apresentar diversas opções para atividades didáticas, como para pesquisa e entretenimento. Ele tem a capacidade de reconhecer dois robôs e objetos coloridos através de uma câmera e possibilita a realização de diversas atividades, onde cada robô é controlado por um programa desenvolvido por um aluno. O objetivo das atividades é experimentar alguns aspectos da robótica e da computação. As atividades propostas em [ALVES *et al.* 2011b] incluem as tarefas: (i) Colecionando Coisas, a tarefa é recolher um objeto para uma área reservada. (ii) Caça e Caçador, os dois robôs são colocados no ambiente e com objetivos diferentes. O primeiro foge do segundo enquanto o segundo tenta pegar o primeiro. (iii) Resolvendo o Labirinto, consiste no robô encontrar um caminho em um labirinto virtual. (iv) Jogo de Tênis, o objetivo está em empurrar a bola para o outro lado da linha. Uma outra tarefa de grande apelo entre os jovens é o futebol, onde dois robôs e uma bola interagem na arena em uma partida. Cada uma dessas atividades é acompanhada por uma arena com uma decoração diferente e específica, tornando mais concreta a atividade em desenvolvimento. Neste trabalho, como apresentado na figura 2, a decoração referente ao futebol foi utilizada.

A programação das aplicações no AEDROMO é realizada em linguagens de alto nível exigindo conhecimentos específicos em linguagens de programação e características relacionadas à própria conexão de rede do AEDROMO. Assim, qualquer simplificação que possa permitir uma utilização mais fácil deste ambiente é bem vinda e tem sua importância para a ampliação de sua utilização.

### 2.1.1 Objetos e composição do ambiente

O AEDROMO é composto por um ou dois robôs (como o apresentado na Figura 1) e também por um objeto inanimado: bola ou cubo; o qual é utilizado na interação com os robôs por meio de atividades propostas. Os robôs móveis foram especialmente desenvolvidos pelo LISDI para serem utilizados neste ambiente, eles apresentam pequenas dimensões, com sistema de tração diferencial (*differential drive*). O AEDROMO basicamente é formado por dois robôs, um computador, uma arena, uma câmera global do tipo *webcam* e um transmissor.

### 2.1.2 Arquitetura do AEDROMO

O AEDROMO utiliza a arquitetura cliente-servidor. [ALVES *et al* 2010]. Ou seja, no AEDROMO há dois tipos de programas: o Servidor e o Software do Aluno funcionando como cliente do ambiente. O Servidor é responsável pela implementação do sistema de

visão computacional e pela comunicação com os robôs. Por outro lado, o Software do Aluno é onde o aplicativo de controle é desenvolvido para realizar a tarefa proposta. Este aplicativo é um cliente que recebe do Servidor as posições cartesianas de todos os objetos presentes na área de trabalho e envia ao Servidor os comandos de acionamento de cada roda do robô sendo controlado, para que o servidor encaminhe estes comandos ao robô via sinal de rádio.



**Figura 1. Robô segurado por um adulto [ALVES et al 2011b].**

O sistema de visão computacional utiliza as imagens adquiridas de uma câmera com seu plano de imagem paralelo ao solo para identificar a posição e orientação de cada robô, dadas por  $(x, y, \theta)$  na qual  $\theta$  é o ângulo da orientação do robô. Para facilitar o reconhecimento dos robôs, cada robô possui um marcador único. [ALVES; ROSÁRIO; FERASOLI 2012]

O simulador do AEDROMO, também conhecido como ambiente virtual, desenvolvido pelo GISDI, tem o intuito de melhorar a portabilidade e acessibilidade do AEDROMO de modo que o mesmo possibilite que o Software do Aluno seja testado, sem que seja necessária a presença do ambiente real (arena com os robôs físicos). O software do aluno deve apresentar o funcionamento semelhante em ambos ambientes – simulado e real. O simulador substitui o programa Servidor, fazendo com que a comunicação estabelecida entre o ambiente virtual e o cliente tenha a mesma interface, assim é exatamente igual à conexão entre o ambiente real e o cliente.

A comunicação entre o cliente e o servidor é dada através de uma rede utilizando o protocolo UDP/IP (*User Datagram Protocol over Internet Protocol*), permitindo que seja escrito um aplicativo de controle para cada robô em qualquer linguagem de programação que suporte “*socket's*”. Adicionalmente, os aplicativos de controle podem ser executados no mesmo computador do servidor ou em diferentes máquinas [ALVES et al 2011b]. Porém, a escolha da linguagem de programação tem impacto no que se deseja ensinar, este trabalho foca na utilização da linguagem de programação *Processing*.

## 2.2. PROCESSING

*Processing* é uma linguagem de programação, um ambiente de desenvolvimento e uma comunidade *online*. Inicialmente criado para servir como um caderno de esboço de *software* e ensinar os fundamentos de programação de computadores dentro de um contexto visual, *Processing* evoluiu para uma ferramenta de desenvolvimento para profissionais. Hoje, existem dezenas de milhares de estudantes, artistas, designers,

pesquisadores e amadores que utilizam *Processing* para aprendizagem (didático), protótipos, e produção.<sup>1</sup>

Reas e Fry [2010, p. 5] explicam que o *Processing* é um dialeto da linguagem de programação Java; a sintaxe é praticamente igual, mas o *Processing* adiciona características personalizadas relacionadas ao gráfico e interação.

A abordagem de programação do *Processing* é utilizar rotinas já definidas. Em essência essa linguagem e suas bibliotecas adicionais fazem uso de Java, que por sua vez tem elementos idênticos à linguagem de programação C. *Processing* torna fácil a fabricação de softwares para desenho e animação. Simplifica a extensão e integração de mídias (áudio, vídeo e eletrônica). Oferece maneiras muito simples para se trabalhar com recursos gráficos 2D e 3D. [REAS;FRY 2006]

A escolha do *Processing*, para o desenvolvimento deste trabalho, se deu devido às facilidades que este ambiente oferece. Ele é fácil de instalar, disponível para Windows, Linux e Mac OS X, tem uma interface muito simples para o usuário com apenas seis botões, diversas rotinas e bibliotecas prontas e tem código aberto. Além de permitir que classes Java sejam importadas diretamente a um projeto, flexibilizando o desenvolvimento.

### **3. Desenvolvimento**

O foco deste trabalho está na descrição de uma biblioteca e de uma nova versão do simulador utilizando a linguagem *Processing*.

#### **3.1. O Novo Simulador do AEDROMO**

A principal vantagem desta nova versão do simulador, em relação a anterior, é oferecer a visualização em três dimensões. Esta versão utiliza as facilidades de renderização 3D disponíveis no *Processing* de forma que ele passe uma sensação mais concreta do ambiente ao usuário.

Este simulador é flexível quanto a sua configuração, antes de iniciar sua execução pode-se definir a decoração da arena (desenho da superfície onde os objetos são posicionados) e em um arquivo de configuração os atributos: altura e largura da arena, a quantidade de objetos inanimados já definindo seu tipo (bola ou cubo), sua cor e suas coordenadas iniciais na arena; e também a quantidade de robôs juntamente à suas coordenadas iniciais. Tanto as dimensões quanto as coordenadas inseridas são dadas em centímetros.

Da mesma forma que a versão anterior, apesar da dinâmica ser pouco considerada neste simulador, ele simplifica a realização de testes dos algoritmos em desenvolvimento.

#### **3.2. Biblioteca de Suporte**

Foi desenvolvida também uma biblioteca em *Processing* para uso pelo aluno no desenvolvimento de seu software. A intenção é facilitar o uso do ambiente, pois esta

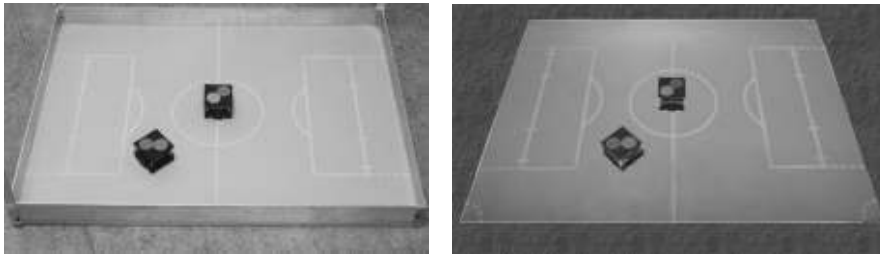
---

<sup>1</sup> <http://processing.org>. Acesso em 4/3/2014.

biblioteca encapsula todas as funções que realizam a conexão com o servidor (sendo ele o simulador ou ambiente real) e as funções que tratam a troca de pacotes e as conversões de dados. Especificamente, esta biblioteca disponibiliza uma função de indicação de conexão: `conecta(IP do servidor do ambiente (real ou virtual), número do robô)`; uma função de recebimento das coordenadas dos objetos interagindo no ambiente: `recebeEstado(vetor de coordenadas dos objetos)`; e duas funções de acionamento do robô sob controle, uma que aciona cada um dos motores: `acionaMotores(velocidade da roda esquerda, velocidade da roda direita)`; e outra que faz o robô ir diretamente para uma coordenada específica dentro da arena: `vaiPara(coordenada na arena de destino do robô)`;

#### 4. Resultados

O simulador usa uma interface muito simples, ele apresenta uma imagem dinâmica do que está ocorrendo no espaço da arena. A figura 2 apresenta uma comparação entre o ambiente real e o virtual quanto a sua visualização. Para a verificação do funcionamento do simulador considerou-se apenas a comparação visual do comportamento dos robôs entre o ambiente real e o virtual.



**Figura 2. Comparação da visualização do ambiente real (à esquerda) com a gerada pelo simulador (à direita).**

Na figura 3 é apresentado o deslocamento de um robô no ambiente real e no virtual, considerando a execução de um trajeto de um robô saindo da posição (10cm, 10cm) e se deslocando até a posição (70cm, 50cm) nos dois ambientes (real e simulado). Nesta figura, observamos que os trajetos, representado pelas linhas pretas, realizado nos dois ambientes, são semelhantes. As diferenças observadas estão relacionadas a deficiências construtivas do robô real que dificultam a realização de um percurso em linha reta.



**Figura 3. Deslocamento realizado pelo robô no ambiente real (à esquerda) e no virtual (à direita).**

Paralelamente a biblioteca desenvolvida, esconde detalhes de pouca importância ao usuário, mas fundamentais ao sistema. Assim, a simplificação na criação do software do aluno fica evidente quando se compara o número de linhas de código para executar o

percurso descrito (representado na Figura 3). O código ao qual o aluno tem acesso, em Java puro tem 177 linhas contra 24 linhas com a biblioteca no *Processing*.

## 5. Conclusão

Com a melhoria oferecida pela visualização tridimensional no simulador, os alunos sentem maior proximidade com o ambiente real, tornando mais concreto suas experiências obtidas através de simulador.

A biblioteca possibilita que um maior número de pessoas possa utilizar o AEDROMO, uma vez que não exige delas conhecimentos específicos de comunicação e controle dos robôs, fazendo com que a pessoa se concentre na solução da atividade proposta.

Assim, a biblioteca e o simulador apresentados para o AEDROMO podem ampliar as possibilidades práticas educativas deste ambiente, proporcionando um maior alcance desta ferramenta para o ensino da robótica e assuntos relacionados à programação.

## Referências

- ALVES, S. F. R.; FERASOLI Filho, H.; PEGORARO, R.; ROSÁRIO, J. (2010) Environment for Teaching and Development of Mobile Robot Systems. Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference (CERMA), pp. 302–307.
- ALVES, S. F. R.; FERASOLI Filho, H.; PEGORARO, R.; CALDEIRA, M. A. C.; WONEZAWA, W. M.; ROSÁRIO, J. (2011a) Educational Environment for Robotic Applications in Engineering. In: Eurobot Conference 2011 - 4th International Conference on Research and Education in Robotics, 2011, Praga - República Tcheca.
- ALVES, S. F. R. ; FERASOLI FILHO, H. ; PEGORARO, R. ; CALDEIRA, M. A. C. ; YONEZAWA, W. M. ; ROSÁRIO, J. M. (2011b) Ambiente Educacional de Robótica Direcionado a Aplicações em Engenharia. In: X Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente, São João del-Rei.
- ALVES, S. F. R. ; ROSÁRIO, J. M. ; FERASOLI FILHO, H. (2012) Plataforma de Software para Robôs Móveis Autônomos. In: I CTDR Concurso de Teses e Dissertações de Robótica / Latin American Robotics Symposium / Brazilian Robotics Symposium, Fortaleza, CE
- PAPERT, S. (1980 ) *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*, New York, NY, USA: Basic Books, Inc.
- REAS, C.; FRY , B. (2010 ) *Getting Started with Processing*. First Edition. Sebastopol, CA, USA. O'Reilly Media/Make, p. 5.
- REAS, C.; FRY, B. ( 2006) *Processing: programming for the media arts*. AI & Society, 20(4):526-538.

## **ROBÓTICA PEDAGÓGICA: PERCURSO E PERSPECTIVAS**

João Vilhete Viegas d'Abreu  
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP  
Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED  
**jvilhete@unicamp.br**

### **Resumo**

Desenvolvimento de pesquisa na área de Robótica Pedagógica é uma atividade que ao longo dos últimos 30 anos tem sido realizada em vários países do mundo. No Brasil esta atividade esteve e ainda está muito relacionada com o uso do computador na educação. Historicamente a inserção da robótica, no contexto educacional como uma forma de se diversificar e ampliar a utilização de tecnologias digitais no ensino, se iniciou nos anos 1980 com a implantação de informática na educação. Na atualidade isto já se constitui em uma realidade incorporada às práticas de muitas instituições educacionais. Este artigo descreve, de forma sucinta, como este processo tem sido implementado ao longo desses anos.

**Palavras chave:** Robótica - Educação - Aprendizagem - Computador

### **ABSTRACT**

Development of research in Educational Robotics is an activity that over the last 30 years has been held in various countries around the world. In Brazil this activity was and still is very related to computer use in education. Historically the inclusion of robotics in educational contexts as a way to diversify and expand the use of digital technologies in education began in the 1980s with the introduction of computers in education. At present this already constitutes an embedded practices of many educational institutions reality. This article describes succinctly as this process has been implemented over the years.

**Keywords:** Robotics - Education - Learning - Computer

### **Introdução**

A tentativa de se delinear um percurso para o uso da Robótica Pedagógica no Brasil passa obrigatoriamente pelo uso do computador na educação, na medida em que esta ferramenta é, sem dúvida nenhuma, o principal recurso utilizado para se desenvolver atividades de robótica na educação. Existem relatos de que o uso de computadores na educação se deu a partir dos anos 60, quando aconteceu a primeira experiência educacional, na área de Física na Universidade Federal do Rio de Janeiro, outros dizem que a história da informática na educação teve seu surgimento no meio acadêmico em 1971, voltado inicialmente para o ensino de Física na Universidade de São Carlos, em São Paulo. Outros garantem ainda que o computador ensaiou seus primeiros passos em 1980 com a criação da Comissão Especial de Informática na Educação (CE-IE) criada pela Secretaria Especial de Informática - SEI, e logo após ocorreram os primeiros seminários de Informática na Educação (Brasília -1981 e Bahia-1982) que motivaram o desenvolvimento de projetos em Universidades. Todavia, também se pode afirmar que esse processo originou em 1983 o Projeto EDUCOM (MEC, CNPq, FINEP e a SEI) que

tinha como objetivo investir em grupos de pesquisa interessados em criar recursos humanos em algumas Universidades Federais e Estaduais do país (Valente, 1999). Após o EDUCOM, para atender à demanda da disseminação da informática nos Centros de Informática na Educação (CIEs) que haviam sido criados em vários Estados da Federação, foi implementado os chamados cursos FORMAR que tinham como grande meta a formação de professores multiplicadores dos Núcleos de Tecnologia Educacional (NTEs). É neste contexto que se iniciou, a partir do na de 1987, no Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED/UNICAMP) as primeiras pesquisas na área de Robótica Pedagógica. Este artigo apresenta, de forma sucinta, um breve histórico sobre a evolução desta área a partir dos anos 1980 até a atualidade, enfocando exemplo de projetos e ações desenvolvidas no Brasil, na Europa e também nos Estados Unidos.

### **Robótica Pedagógica**

O estudo da Robótica Pedagógica iniciou nos EUA, no início dos anos 80, com pesquisa sobre a linguagem de programação Logo (Papert, 1985). No Brasil, a Robótica Pedagógica teve os seus primeiros estudos desenvolvidos em Universidades como a UNICAMP, UFRGS e UFRJ. A Robótica Pedagógica tem como objetivo o aprendizado de ciências de forma lúdica e dessa maneira despertar o interesse dos alunos nas áreas tecnológicas, evoluindo: **Concepção:** Discussão e troca de ideias sobre o desenvolvimento de um robô; **Construção:** Montagem do robô e **Automação:** Elaboração de programas para automação e controle do robô. Portanto, trata-se de uma atividade de construção de conhecimento que pode, pelo menos, possibilitar o desenvolvimento das seguintes inteligências: Corporal sinestésica e musical; Lógico-matemática; Linguística; Espacial; Intrapessoal e Interpessoal. Além disso, a Robótica Pedagógica é uma atividade que propicia criar situações de ensino e aprendizagem interdisciplinar que possibilitam entender outras culturas, outros modos de compreender a realidade. Ou seja, do ponto de vista científico-tecnológico, entender os princípios básicos de funcionamento de muitas tecnologias que fazem parte no nosso dia a dia. Em um ambiente de Robótica Pedagógica espera-se que o tanto o professor quanto os alunos tenham condições de desenvolver um trabalho mais amplo que perpassa a sala de aula e vá além dos limites de uma única disciplina. Neste ambiente o professor deve ser **Autônomo:** preparado para diagnosticar problemas de seus alunos e necessidades do seu contexto; **Competente:** com sólida “cultura” geral que lhe possibilite uma prática interdisciplinar e contextualizada; **Reflexivo/crítico:** apto a exercer a docência e realizar atividades de investigação. **Sensível:** que desenvolve a sua própria sensibilidade e capacidade de convivência, conquistando espaço junto com o aluno, numa relação de reciprocidade e cooperação que provoque mudanças mútuas, nele próprio e no aluno. **Comprometido:** com as transformações sociais e políticas, com o projeto político-pedagógico assumido com e pela escola. É com base nestas ideias que a Robótica Pedagógica tem sido desenvolvida, desde 1987, no NIED buscando sempre outro caminho, a partir da realidade da escola, e com base no currículo desta, produzir conhecimentos científicos que auxiliem o aprendizado de conceitos que na maioria das vezes são somente anunciados e nunca trabalhados de forma contextualizada. A seguir será apresentado de forma cronológica esse processo a partir década ano 1980.

### **Década de 1980**

Nesta década, mais precisamente em 1987, junto com o aprendizado da Linguagem de Programação LOGO , inicia-se no NIED os primeiros projetos voltados para o uso do computador para controlar dispositivos robóticos. Esses dispositivos eram o Traçador



Gráfico Educacional e a Tartaruga Mecânica de Solo que, dotados de uma caneta, reproduziam no papel ou no chão, respectivamente, os movimentos da Tartaruga de tela do computador. Com o surgimento dos primeiros Kits de brinquedo LEGO, importados dos Estados Unidos, que possuíam componentes elétricos (motor, sensor e luz), capazes de serem controlados pelo computador, foi desenvolvido o ambiente LEGO-Logo. O ambiente LEGO-Logo consistia de um conjunto de peças LEGO para montagem de robôs (máquinas e animais) e de um conjunto de comandos da Linguagem de Programação Logo. Neste percurso, em 1989, o NIED realizou a primeira Oficina de Robótica Pedagógica, ministrada por um pesquisador do Massachusetts Institute of Technology (MIT), como mostrada na Figura 1, com o objetivo de formar os pesquisadores do Núcleo para utilização de robótica no contexto educacional.



**Figura 1:** Primeira Oficina LEGO-Logo com pesquisador Steve Ocko do MIT

### Década de 1990

No início desta década o NIED havia desenvolvido uma interface eletrônica para ser utilizada com computadores MSX, de 08 bits, mostrado na Figura 2. Com este computador juntamente com o LOGO e Kits LEGO, eram realizadas atividades de robótica no então chamado ambiente LEGO-Logo. Uma vez já formados os pesquisadores do NIED, a partir de 1993, coube ao Núcleo desenvolver atividades de formação dos professores dos Centros de Informática na Educação (CIEs) ao longo do país. Nesta ocasião, por meio de convênio firmado com a empresa LEGO Dinamarquesa, o Núcleo tinha a responsabilidade de desenvolver ações que possibilitassem a implantação de Robótica Pedagógica em algumas regiões estratégicas do País, como representada na Figura 3. Com o surgimento dos PCs, utilizando o software TcLogo, uma versão do Logo para PC, por volta de 1997, passou-se a desenvolver robótica utilizando este ambiente em algumas instituições no Brasil, em países da América Latina e nos Estados Unidos. O NIED utilizou este ambiente, numa situação não formal de aprendizagem, para ensinar conceitos de automação para operários de uma fábrica como ilustrado na Figura 4.



**Figura 2:** Ambiente LEGO-Logo com MSX



**Figura 3:** Mapa das regiões nas quais seriam implantadas a Robótica Pedagógica



**Figura 4:** Operários trabalhando no ambiente LEGO TcLogo

### Década de 2000

O grande destaque desta década na área de Robótica Pedagógica, foi à criação Olimpíada Brasileira de Robótica (OBR), [www.obr.org.br](http://www.obr.org.br). Suportada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Ministério da Educação em parceria com a Fundação Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE/MEC). A OBR tem por objetivo divulgar a robótica, suas aplicações, possibilidades, produtos e tendências, como forma de estimular a formação de uma cultura associada ao tema tecnológico. Nesta década, a partir de 2008, foi criado o Workshop de Robótica Educacional (WRE), [www.natalnet.br/wre2014/](http://www.natalnet.br/wre2014/), um fórum científico com os seguintes propósitos: em 2008: **capacitar professores** do ensino médio e fundamental para inserir a Robótica Educacional nos conteúdos das disciplinas de matemática e física; 2010-2012: **expor resultados de pesquisas** e possibilitar a troca de experiências acerca da utilização da Robótica Educacional como uma ferramenta interdisciplinar e 2013-2014: **discutir aspectos técnicos**, educacionais do uso da robótica envolvendo temas como:

- Robótica na escola.
- Formação de professores de Robótica.
- Competições de robótica.
- Plataformas de robótica educacional.
- Robótica na educação não formal (extraclasse).
- Estudos de casos.
- Metodologias e materiais para o ensino.
- Robótica baseado na Web.
- Simulação robótica educacional.
- Robótica em currículos de educação.
- Projetos de robôs educacionais de baixo custo, resultados e estudos de caso.

Denota-se portanto, que desde a sua origem o WRE vem se evoluindo e cumprindo com o seu papel de ser um fórum que discute aspectos técnicos, educacionais, inclusão social, dentre outros com quais o uso da robótica pode contribuir para o desenvolvimento científico e tecnológico do Brasil e do mundo.

### Década de 2000

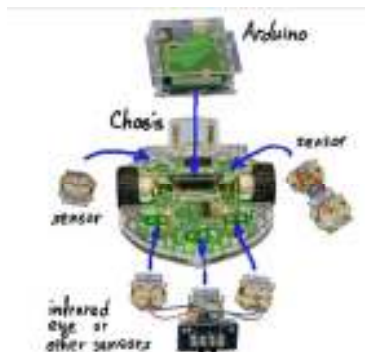
No que diz respeito a esta década, vale destacar alguns projetos da atualidade tais como: **TERECOP -Teacher Education on Robotics** (<http://www.terecop.eu/>), trata-se de projeto europeu implementado com a participação de 08 instituições educacionais europeias, de 06 países, com o objetivo de desenvolver um conjunto de atividades de caráter construtivista e construcionista para o ensino médio, com base na construção de robôs programáveis.

#### **HUMMINGBIRD Duo Projects**

(<https://www.kickstarter.com/projects/938274194/hummingbird-duo-a-robotics-kit-for-ages-10-to-110> ), como ilustrado na Figura 5, trata-se de um “open source robot-designing kit” que permite níveis de aprendizagem de robótica para estudantes a partir de quarta série.

**Projeto Arts & Bots** (<http://www.cmucreatelab.org/>) da Carnegie Mellon University, como ilustrado na Figura 6, trabalha a questão da inclusão de conteúdos tecnológicos no ensino fundamental e médio, num contexto que denominam de “A Robótica Comunitária, Educação e Tecnologia para Empoderamento. O projeto explora a inovação e a implantação de tecnologias robóticas socialmente significativas.

URA projeto um Robô por Aluno (<http://www.natalnet.br/ura/>) como ilustrado na Figura 7, é um projeto dos pesquisadores do Laboratório NatalNet da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), que têm o objetivo de utilizar a robótica educacional para difundir o interesse por tecnologia em todos os níveis de ensino no País. A pretensão é levar o projeto um Robô por Aluno para todas as escolas brasileiras.



**Figura 5:** Robô Scratch Duino projetado para trabalhar em condições difíceis



**Figura 6:** Robótica Comunitária, Educação e Tecnologia para Empoderamento



**Figura 7:** Equipe do projeto Um Robô por Aluno - URA

Os projetos, anteriormente descritos, apontam para a atualidade e perspectivas do Estado da Arte da Robótica Pedagógica numa abordagem na qual se vislumbra um futuro de uso de tecnologias que auxiliam na promoção de interdisciplinaridade, no trabalho colaborativo, cooperativo, e compartilhado e também de cunho social.

## Conclusão

Com a contribuição do NIED e de várias outras instituições educacionais nos âmbitos nacional e internacional a Robótica Pedagógica tem se tornado uma realidade e se incorporando às práticas dos professores. Ainda que não se tenha ainda alcançado a universalização de tal prática, no entanto, não pode mais ser considerada uma novidade nas escolas de educação infantil, fundamental e médio. A Robótica Pedagógica aponta para uma mudança de paradigma no processo de ensino e aprendizagem.

## Referências

HUMMINGBIRD Duo

Disponível em: <<https://www.kickstarter.com/projects/938274194/hummingbird-duo-a-robotics-kit-for-ages-10-to-110>>. Acesso em: 30/06/ 2014.

OLIMPÍADA Brasileira de Robótica OBR. Disponível em: <<http://www.obr.org.br>> Acesso em: 18/10/2014.

PAPERT, S. **Logo: Computadores e Educação**. Brasiliense, São Paulo, 1985.

TERECOP -Teacher Education. Disponível em: <<http://www.terecop.eu/>>. Acesso em: 30/06/ 2014.

URA projeto um Robô por Aluno. Disponível em: <<http://www.natalnet.br/ura/>>. Acesso em 30/06/ 2014.

VALENTE, J. A. Formação de Professores Diferentes abordagens Pedagógicas. In VALENTE, J. A. (Org). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. NIED/UNICAMP, Campinas, 1999. 156p.

WORKSHOP de Robótica Educacional - WRE

Disponível em: <<http://www.natalnet.br/wre2014/>>. Acesso em: 18/10/2014.