

---

# Hajime: O relato de um experimento em robótica educacional de baixo custo

Sérgio Manuel Serra da Cruz<sup>1</sup>, Liuiti Ricardo Sasahara,  
Kenji Sasahara, Pedro Vieira Cruz

<sup>1</sup> Núcleo de Computação Eletrônica-Universidade Federal do Rio de Janeiro (NCE/UFRJ)  
serra@nce.ufrj.br

***Abstract.** This work present a robotic experiment realized at an elementary school. It was based on a low cost open robotic architecture set made with servomotors and recycled materials. We also present a computational framework based on open software standards which allow students to control, store and retrieve robotic movements, enhancing not only the learning processes but also the creativity and experience exchange.*

***Resumo.** Este artigo apresenta uma experiência realizada em uma escola de ensino fundamental baseada em um kit robótico de arquitetura aberta e de baixo custo, construído a partir de sucatas e servomotores. Nesta experiência também apresentamos um arcabouço computacional baseado em softwares livres que permitem que os aprendizes programem e recuperem as tarefas executadas pelo robô, estimulando o processo ensino-aprendizagem, a criatividade e a troca de experiências.*

## 1. Introdução

O uso de dispositivos robóticos controlados por computador com finalidades educacionais é uma linha de pesquisa em permanente evolução. Ela representa a sinergia de diversas áreas do conhecimento, como por exemplo, a eletrônica, a mecânica, os sistemas de controle e a informática. No entanto, apesar destes avanços poucas instituições educacionais têm se apropriado deste recurso. Adicionalmente, parte do que é produzido em termos de referencial teórico-metodológico raramente chega ao conhecimento de professores e alunos. O emprego de computadores e kits de robótica em ambientes educacionais pode ser encarado como um caminho natural, uma ferramenta adequada para o desenvolvimento de atividades que envolvam projetar, planejar e criar favorecendo assim o processo de ensino-aprendizagem [1].

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma experiência piloto sobre o uso de um conjunto robótico denominado kit Hajime<sup>1</sup> [5]. O conjunto se distingue das inúmeras abordagens presentes na literatura [2, 3, 6], ou mesmo dos inúmeros kits de robótica disponíveis no mercado brasileiro. Diferentemente das abordagens tradicionais, nossa proposta não requer micro-controlador externo ou quaisquer interfaces eletrônicas entre o robô e o computador, as estruturas de controle utilizam os circuitos eletrônicos do próprio computador. A proposta também contempla um arcabouço de software que permite que alunos programem ações robóticas através de linguagem icônica e salvem seus experimentos em um repositório de experimentos digitais. O hardware, prima pela robustez, versatilidade, simplicidade de montagem, operação e manutenção de baixo custo, ele por sua vez, foi construído a partir de sucatas recicladas.

---

<sup>1</sup> Hajime é uma palavra japonesa que significa começo ou início de uma jornada.

---

## **2. Algumas soluções em robótica educacional**

A crescente demanda por novos aparatos tecnológicos na educação é evidenciada, sobretudo, pelos esforços da comunidade acadêmica em propor a inclusão da robótica com fins pedagógicos, dentre as diversas soluções destacam-se a especificação RoboFácil [3], o ambiente SIROS [1], experimentos de acesso remoto em robótica [6], entre outros. Atualmente existem vários kits de robótica educacional (nacionais e importados) disponíveis no mercado brasileiro. Dentre eles, destacamos dois projetados e desenvolvidos no Brasil (Super Robby e Robótica Fácil) e outros importados (GoGoBoard, Tijolos Lego/RCX e Lego MindStorms).

Geralmente os kits possuem custos elevados. Segundo Miranda et al. [3] outros fatores que limitam a disseminação do uso da robótica educacional: (1) o desconhecimento da tecnologia como ferramenta pedagógica por parte dos gestores educacionais; (2) baixa capacitação dos professores para trabalhar de forma metodológica com a robótica; (3) barreiras tecnológicas e de patentes (hardware e software) de alguns produtos. O kit Hajime pode ser encarado como mais uma alternativa para auxiliar a suplantar tais limitações, ele tem como finalidade ser mais uma alternativa de arquitetura aberta, criativa, de baixo custo, auxiliando professores e alunos a descrever, refletir e explorar conceitos científicos envolvidos na montagem e no uso do dispositivo robótico.

## **3. Hajime – Transformando sucata em robô**

O kit Hajime é uma construção dual. A primeira consiste de um artefato de hardware, um braço robótico, com movimentos semelhantes aos de um modelo industrial de pequena escala, utilizando atuadores típicos de aeromodelismo, eles são responsáveis pela movimentação do conjunto (figs. 1 e 2). A segunda consiste de um arcabouço de software, desenvolvido com linguagens de programação convencionais e que permite a programação dos movimentos.

### **3.1. O Hardware Hajime**

O projeto do robô apresenta características e requisitos de peculiares que facilitam a construção do artefato em sala de aula, a saber: arquitetura de hardware aberta; design/construção simples; materiais de fácil manuseio; ausência de circuitos eletrônicos de processamento externo para. O braço possui articulação vertical, sendo composto por seis atuadores independentes cada um com grau de liberdade de 180° nos 3 eixos cartesianos. O projeto e a construção mecânica (base, elevadores e garra) foram realizados apenas com materiais originados de sucata industrial (roletes, parafusos, cabos lógicos e de energia). Para maximizar a razão robustez/peso e facilitar a visualização da operação dos componentes escolheu-se o policarbonato em chapas transparentes (fig 2). A garra articulada possui dois dedos que permitem agarrar objetos de diferentes tamanhos e formas, sua destreza em segurar objetos irregulares e tamanhos diferentes se deve aos sinais de controle que são transmitidos diretamente através da porta paralela do microcomputador.

### **3.2. O Arcabouço Hajime**

O arcabouço permite que os alunos controlem o braço robótico, estimulando a tomada de decisões, o trabalho em equipe e a busca de soluções. O arcabouço também apresenta características particulares, destacamos a emulação (transparente) dos circuitos de controle de coordenação dos atuadores permitindo o controle contínuo (em tempo real) da trajetória do braço. Dentre os requisitos não funcionais destacam-se: a independência do modelo e fabricante dos atuadores e a garantia da integridade eletromecânica dos motores ao serem iniciados. O arcabouço também atende requisitos de portabilidade entre as plataformas Windows e Linux, sendo escrito em Object Pascal com algumas rotinas de E/S em Assembly.

A manipulação robótica se dá através de dois módulos Kids e Digital (fig.3). Na primeira, os aprendizes programam seqüências de movimentos através de operações de drag-drop de instruções icônicas, cada atuador é representado como uma trilha independentemente programável. Atualmente dispomos de apenas 4 instruções icônicas (adicionar, mover, parar, carregar), os argumentos são ângulos, metaforicamente representados como fatias de pizza. No módulo Digital, é possível calibrar o conjunto mecânico, alimentar e mover cada atuador individualmente. Este módulo apresenta controles mais refinados, onde é possível movimentar cada atuador a partir de passos de 0.5°. Por fim, desenvolvemos uma linguagem de marcação baseada em XML. Ela permite não só anotar ou comparar experimentos de forma objetiva, como também salvar as seqüências de movimentos em um repositório digital de experimentos, possibilitando que o aluno re-execute ou refine seus experimentos a posteriori, ampliando a interatividade e o potencial de aprendizagem (fig. 4).

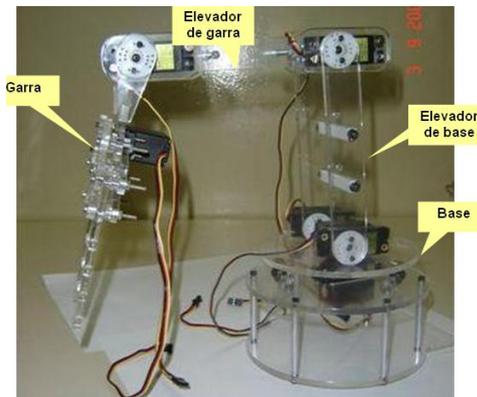


Fig. 1. Hardware Hajime (vista lateral)



Fig. 2. Elevadores e garra articulada



Fig. 3. Telas dos módulos Kids e Digital

```

- <Hajime>
- <Robo nome="DaVinci">
- <Grupo>
- <Experimento nome="2 caixas" data="20/09/2007" hora="10:34:45">
  <Alunos nome01="Kenji" nome02="Pedro" />
  <Turma numero="61-71" turno="Manha" prof="Mariza" />
</Experimento>
</Grupo>
- <Movimentos>
- <Servo numero="01" descricao="Base">
  <TipoMovimento>Mover</TipoMovimento>
  - <Voo tempo="5 ms" velocidade="1">
    <Coordenadas X="45" Y="90" Z="0" />
  </Voo>
</Servo>
+ <Servo numero="02" descricao="Elevador">
+ <Servo numero="01" descricao="Base">
</Movimentos>
</Robo>
</Hajime>

```

Fig. 4. Experimento Hajime em XML

#### 4. Experimentos e Primeiros Resultados

Por se tratar de uma pesquisa ainda em andamento, o desenvolvimento dos primeiros experimentos apresenta caráter exploratório, enfocando inicialmente a abordagem semi-quantitativa. A escolha dos participantes se deu em função do interesse em verificar a pertinência da robótica educacional como estratégia de ensino e aprendizagem quando da passagem do raciocínio algébrico para o raciocínio lógico. Selecionamos aprendizes de uma escola privada da Zona Oeste do município do Rio de Janeiro na faixa etária de 9 a 12 anos. A distribuição contemplou 2 professores de (Matemática e Ciências) e 6 grupos de 4 alunos de uma turma da sexta série, todos previamente submetidos ao aprendizado dos conceitos básicos de robótica durante três meses, totalizando de 12 horas de aulas-teóricas. Os grupos foram avaliados por: (1) questionários com perguntas fechadas sobre os rudimentos de robótica; (2) um experimento por grupo, onde se acompanhou desde o planejamento dos movimentos até os deslocamentos do

---

braço, através de programação nos módulos Kids e Digital. A execução do experimento foi dividida em 5 sessões semanais onde cada grupo interagia com o Kit durante 30 minutos. Os primeiros resultados são encorajadores. Do ponto de vista eletromecânico, apesar do intenso uso durante as sessões experimentais, não se verificaram nem panes elétricas, nem desgastes significativos nos atuadores. Do ponto de vista do artefato de software, registraram-se pouquíssimas falhas de controle, a usabilidade das interfaces e a programação icônica também se mostraram de fácil compreensão pelos discentes, levando os estudantes a ocupar a maior parte do tempo simulando, desenhando e construindo protótipos de movimentos que eram representações da realidade circundante. Observando alguns aspectos cognitivos, verificou-se significativo aumento de interesse por novos desafios que contemplavam temas mais complexos/abstratos, finalmente observou-se aumento da sociabilidade e cooperação entre os diversos grupos.

#### **4. Conclusão**

A presença da robótica em sala de aula provê um ambiente de aprendizagem interdisciplinar que contribui para o desenvolvimento da criatividade e pensamento crítico dos aprendizes, forjando as habilidades necessárias para estruturar pesquisas e resolver problemas concretos. O Kit Hajime tem como objetivo contribuir para que instituições de ensino tenham acesso a essa nova proposta educacional. A técnica de construção e a alta robustez implicaram na redução do número de componentes do robô sem prejudicar as atividades de ensino-aprendizagem. Ao simular circuitos eletrônicos internamente reduzimos a complexidade e o custo de construção do kit. Como prova de conceito, produziu-se um arcação e um robô, não autônomo, plenamente operacional. Como trabalhos futuros, propomos: substituir as portas paralelas por USB; ampliar o uso sensores para coleta de informações ambientais, expandido não só o potencial do protótipo como as diversas possibilidades na área pedagógica; criar um visualizador que represente graficamente cada experimento sob a forma de grafos XML, facilitando sua avaliação e comparação dos experimentos. Por fim, buscar a metodologia mais adequada para qualificar e posteriormente quantificar os ganhos cognitivos nos processos de ensino-aprendizagem em robótica elementar.

#### **Referências**

- [1] CHELLA, M.T. Ambiente de Robótica Educacional com Logo. In: VIII WIE - XXII CSBC. Florianópolis – SC, 2002.
- [2] D'ABREU, J. V. V., Desenvolvimento de ambientes de aprendizagem baseados no uso de dispositivos robóticos, In: SBIE99 Curitiba. PR, 1999.
- [3] MIRANDA, L.C.; BORGES, J.A.S.; SAMPAIO, F.F. RoboFácil – Kit de Robótica Educacional Reprogramável por Software. In: XXXI SEMISH – XXIV CSBC. Salvador – BA, 2004.
- [4] ODORICO, A. Marco teórico para una robótica pedagógica. Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales Vol. 1(3), pp. 34-46. 2004.
- [5] SASAHARA, L.R., CRUZ, S M S, Hajime – Uma nova abordagem em robótica educacional.. In XIII WIE. XXVII CSBC. Rio de Janeiro – RJ, 2007.
- [6] D'ABREU, J. V. V., MARTINS, M. C., Robótica Educacional e Acesso Remoto: Relato De Uma Experiência. In I Simpósio Internacional sobre Novas Competências em Tecnologias Digitais Interativas na Educação, Campinas – SP. 2007.