

O USO DE PROTÓTIPOS PARA O ENSINO DE ROBÓTICA E DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS MENTAIS

Niltom Vieira Junior,^a André Luiz Vieira da Silva^b

RESUMO

Baseado na teoria segundo a qual se aprende ativamente, em todo processo de aquisição de informações é elaborada previamente uma representação mental do fenômeno estudado, caracterizando a construção de significados. Este trabalho propõe o desenvolvimento de protótipos de baixo custo para o ensino de robótica móvel, que favoreçam essas representações, propiciando modelos mentais mais bem elaborados.

Palavras-chave: Modelos mentais. Robôs didáticos. Arquitetura de baixo custo.

ABSTRACT

Based on the theory of active learning, throughout the learning process is created a mental representation of the phenomena studied, characterizing the meanings construction. This paper proposes the development of low cost prototypes for teaching mobile robotics, aiding these representations and contributing to models better prepared.

Key words: Mental models. Didactic robots. Low cost architecture.

MODELOS MENTAIS

Diversos questionamentos referentes ao estudo na mente vêm sendo debatidos desde os filósofos gregos. Estudos recentes da psicologia cognitiva demonstram que o homem não capta o mundo exterior diretamente; na realidade, constrói representações mentais dele. Segundo Moreira (1997), tais representações podem ser classificadas como:

- analógicas: não discretas (ou não individuais), concretas e não organizadas por regras rígidas. São determinadas pelos sentidos como audição, olfato, tato e visão (sendo este o principal sentido desta representação);

- proposicionais: discretas (ou individuais), abstratas e organizadas por regras rígidas. Definidas, de modo sucinto, como verbalmente expressáveis (segundo Johnson-Laird).

Contrapondo a polêmica acerca da questão imagem/proposição traçada na psicologia cognitiva, define-se, então, uma síntese dessas representações, proposta por Johnson-Laird, denominada “modelos mentais”. A fusão que caracteriza essa terceira via de representação oferece maior mobilidade e independência, utilizando a representação analógica de forma não específica (tal qual quando vista isoladamente em forma de imagem) associada à representação abstraída de significados (proposição).

Podem-se definir representações analógicas como modelos vistos a partir de determina-

^a Professor efetivo, doutorando em Engenharia Elétrica, Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí – Uned. Formiga. Rua São Luiz Gonzaga s/n, Bairro São Luiz, Formiga - MG, CEP 35570-000, (37) 3321-4094. E-mail: niltom@cefetbambui.edu.br

^b Pesquisador, doutorando em Engenharia Elétrica, Universidade de São Paulo – USP Av. Trabalhador São Carlense, 400, Bairro Centro, São Carlos - SP, CEP 13566-590. E-mail: andeluzeng@yahoo.com.br

do ponto de vista, representações proposicionais como cadeias de símbolos correspondentes à linguagem habitual e modelos mentais como uma representação análoga estrutural do mundo. (JOHNSON-LAIRD, 1983).

Assim como para a percepção generalizada de eventos externos, para a produção do aprendizado ocorre também a criação de um modelo mental que precede o registro de novas informações. (MELEIRO; GIORDAN, 2003). Tem-se, então, que as estruturas internas criadas para assimilação de um conteúdo a partir do conjunto de informações utilizadas pelo professor (modelos científicos) dão origem aos modelos mentais apresentados. Essa criação mental é um meio de realizar ações internas e processá-las como se fossem externas, organizando o conhecimento sobre determinado assunto e simulando os processos ou fenômenos físicos na imaginação humana. (BORGES, 1999).

De forma simples, pode-se compreender que a busca pelo entendimento e o ato de pensar envolvem a construção pessoal de um significado para o experimento em questão e, mesmo quando são apresentados pelo professor modelos pré-elaborados para descrever seu funcionamento, individualmente, cada pessoa constrói um modelo daquilo que entendeu e simula essas estruturas de acordo com suas aptidões. (VIEIRA JUNIOR; COLVARA, 2007). Se o resultado dessa produção é incoerente com o funcionamento real, a composição do sistema, assim como todo o processo, é repetida baseado em novas pesquisas, horas de estudo ou diferentes explicações do professor (em referência aos variados estilos de aprendizagem), até que os resultados dessa simulação mental estejam de acordo ou o mais próximo possível de um nível de entendimento aceitável. (VIEIRA JUNIOR, 2007).

Quanto mais experiente em determinado assunto e quanto maior o domínio adquirido pelo aluno em relação ao tema estudado, mais sofisticados e próximos à realidade vão se tornando esses modelos. Sempre que o aluno revê e aprimora os modelos que usa para descrever ou explicar um fenômeno, isso significa que o aprendizado ocorreu sob uma nova perspectiva e informações adicionais foram incluídas no modelo antigo que ele possuía. (VIEIRA JUNIOR; COLVARA, 2007b).

Reconhecendo a possibilidade da combinação das representações mentais, ressalva-se que um modelo pode ser totalmente analógico ou parcialmente analógico e parcialmente proposicional, o que leva a crer que, mesmo possuindo proposições, em alguns casos estas podem existir apenas como representação mental, e não necessariamente constituir um modelo mental. (EISENCK; KEANE, 1994). Por outro lado, as imagens tornam-se representações facilitadoras para o entendimento da cognição humana. Tomando como exemplo as linguagens de programação de alto nível que são traduzidas pelo computador para código binário em tempo de compilação, analogamente as imagens podem ser traduzidas em algum código proposicional pela mente, o que libera o cérebro de operar proposicionalmente em “código de máquina”. Por essa perspectiva, observa-se que uma forma de representação analógica do conhecimento é condição necessária e suficiente para a caracterização do modelo mental.

Torna-se importante a distinção definida por Norman (1983) entre modelos mentais (representações internas) e conceituais (instrumentos apresentados para compreensão de fenômenos físicos, também definidos aqui como modelos científicos). A existência de uma conexão direta entre um modelo mental e um modelo conceitual é função da experiência prévia do aluno no tema a ser estudado e de sua habilidade em adquirir tal conhecimento associada à do professor em transmiti-lo. É esse, então, um dos maiores desafios na relação ensino/aprendizagem. O objetivo do ensino é propiciar ao estudante a formulação funcional de seus modelos mentais a partir da utilização de ferramentas (modelos conceituais) precisas e consistentes perante os modelos reais que essas representam.

A utilização de modelos conceituais e ferramentas de apoio à construção dos modelos mentais (desde que acompanhada de consciência didática na relação professor-aluno-conhecimento) aprimora e torna mais eficiente os métodos tradicionais referentes ao ensino de engenharia. Desse modo, é proposto neste trabalho o desenvolvimento de protótipos para o ensino de robótica a fim de auxiliar na criação desses modelos e propiciar representações mentais mais completas, o que corresponde a um melhor condicionamento do aprendizado.

ARQUITETURA DE BAIXO CUSTO PARA O ENSINO DE ROBÓTICA

Com o avanço da tecnologia, robôs móveis para as mais diversas aplicações vêm sendo desenvolvidos em centros de pesquisa do mundo inteiro. Como exemplo dessas aplicações pode-se citar o robô Groundhog desenvolvido na Universidade Carnegie Mellon (Figura 1a) com o objetivo de explorar minas abandonadas (THRUN, 2003), e o primeiro robô desenvolvido pela Nasa para exploração do planeta Marte, denominado Sojourner (MORRISON; NGUYEN, 1996), conforme a Figura 1b.

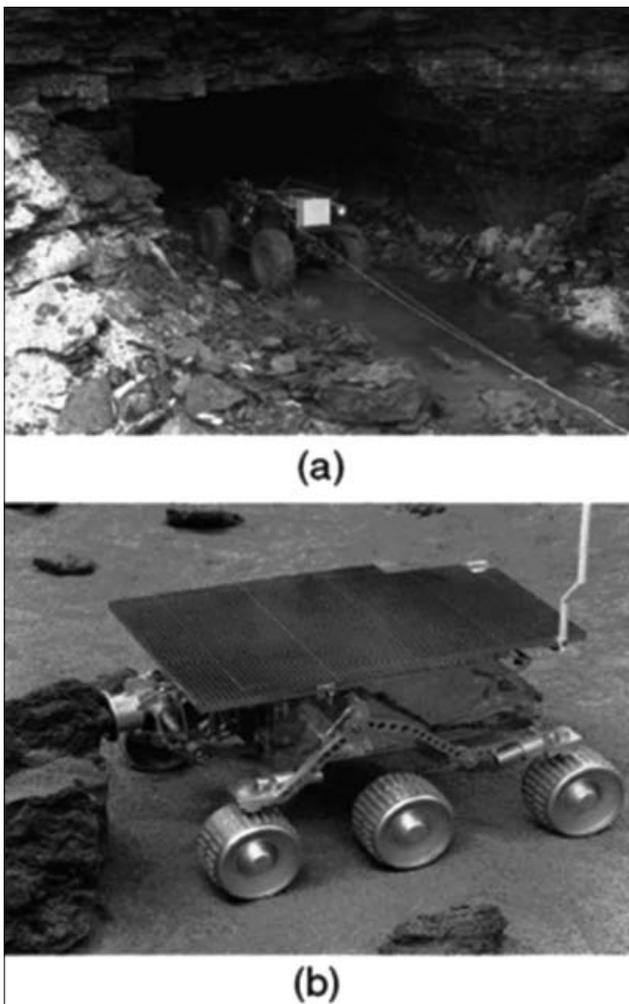


Figura 1 - Aplicações de robótica móvel

A utilização de robôs também durante a formação acadêmica tem sido uma ferramenta educacional eficiente para o ensino de robótica.

(LESKA, 2004). Porém, em alguns casos, a aquisição de uma ou mais unidades dedicadas por instituições de ensino e pesquisa com propósitos puramente educacionais torna-se inviável devido ao alto custo imposto pelo mercado ou pela complexidade oferecida a estudantes que desejam implementar aplicações básicas.

Além disso, a maioria das arquiteturas de hardware é privativa; assim, o fabricante apenas disponibiliza protocolos de comunicação com o robô e *softwares* para configuração do mesmo. Para isso, Silva (2008) propôs uma arquitetura compacta, modular e de baixo custo para aplicações em robótica móvel. Dentre suas principais características destacam-se funcionalidade e facilidade no desenvolvimento em função da minimização dos custos. Assim, diversos métodos e conceitos de navegação podem ser estudados fisicamente, deixando de ser apenas modelos computacionais. Nesta proposta, cada módulo especificado é um sistema microcontrolado, representado pelo diagrama de blocos (Figura 2).

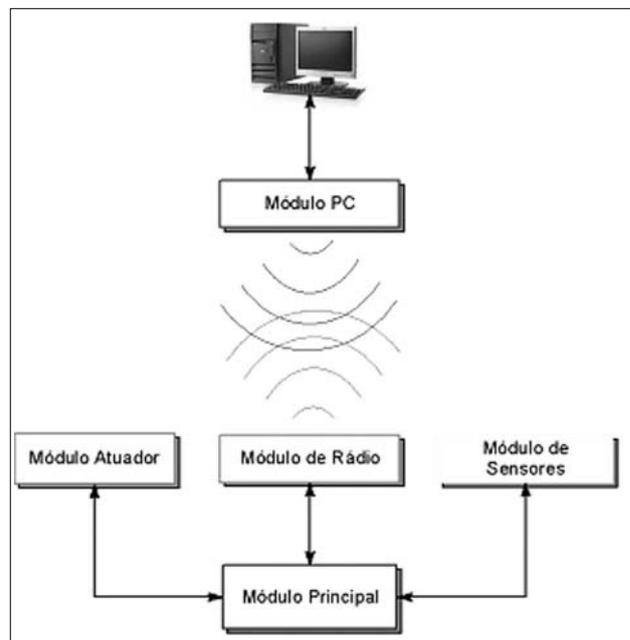


Figura 2 - Diagrama de blocos da arquitetura modular

Essa arquitetura expansível possui cinco módulos básicos, que permitem estudos abrangentes tanto da área de mapeamento de ambientes quanto de navegação autônoma (detalhados na Tabela 1).

Tabela 1 - Funcionalidades dos módulos

Módulo PC	Módulo que, em conjunto com o módulo de rádio, é responsável pela comunicação de dados entre o robô móvel e uma interface para navegação ou mapeamento de ambientes.
Módulo Principal	Módulo responsável pelo gerenciamento de informações e controle dos demais módulos do robô móvel. Além disso, monitora e controla o nível de bateria do robô móvel.
Módulo Atuador	Módulo responsável pelo controle dos motores e sistema de odometria do robô móvel.
Módulo de Sensores	Módulo responsável por fazer aquisição de dados do ambiente em que se encontra, sendo esses: distâncias detectadas por sensores sonares, infravermelhos, além da temperatura.
Módulo de Rádio	Módulo que trabalha em conjunto com o Módulo PC, servindo de interface (sem fio) entre o robô móvel e o computador.

Nota-se que a arquitetura proposta é baseada na teoria de sistemas distribuídos, na qual o processamento é dividido entre clientes (estações de processamento), definido como uma coleção de computadores que parecem aos usuários como um sistema único e coerente, sendo que cada computador descrito representa um módulo da arquitetura. A Figura 3 apresenta uma visão geral do modelo físico de sistemas distribuídos e a Figura 4, a sua utilização nesta proposta.

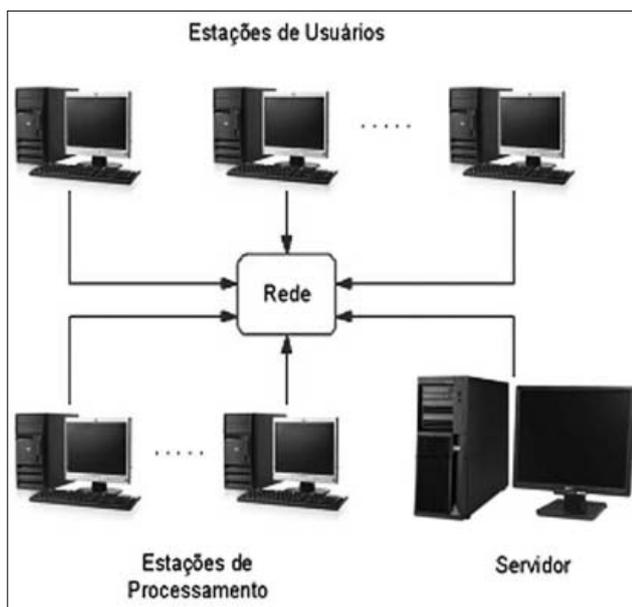


Figura 3 - Modelo de um sistema distribuído (SILVA, 2008)

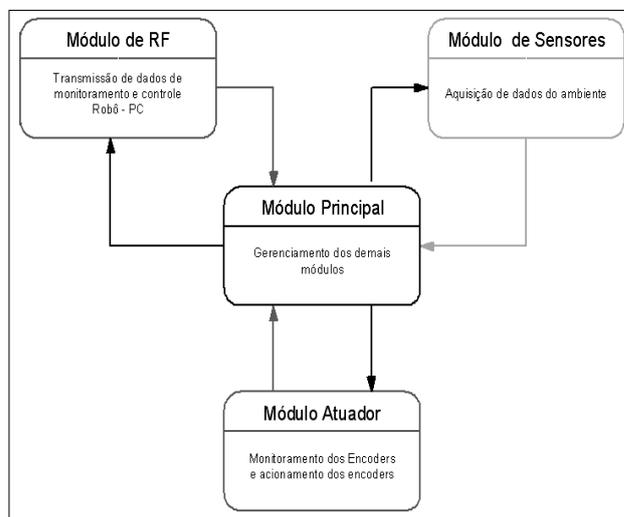


Figura 4 - Modelo de Processamento distribuído (SILVA, 2008)

No aspecto educacional, torna-se relevante o fato de que cada módulo deste sistema pode ser reprogramado em tempo real pelos alunos, de acordo com a necessidade, seguindo apenas o protocolo definido por Silva (2008) e utilizando o padrão de comunicação serial SPI, o que propicia interatividade com o conteúdo a ser estudado a partir de experimentações dinâmicas.

Além disso, o processamento desses módulos é baseado nos microcontroladores PIC[®] da Microchip, que são de fácil acesso, de rápida aplicação e baixo custo.

CONCLUSÕES

Embora a concepção dada por Johnson-Laird seja mais abrangente, diversos autores tem tratado a natureza e constituição dos modelos mentais. Destacam-se os modelos mecanísticos de Kleer e Brown (1983), cujos objetivos são a forma como os indivíduos compreendem o funcionamento de dispositivos, tais como máquinas, aparelhos eletroeletrônicos, hidráulicos e térmicos, sendo, talvez, o mais difícil aspecto de sua construção a previsão de consequências como falhas (neste caso a perda de comunicação entre os módulos ou comportamento inesperado em razão de alterações no código), que normalmente não seriam consideradas na criação do modelo.

Tais protótipos facilitam, portanto, a representação mais bem elaborada dos modelos mentais, tendo em vista a verificação imediata de comportamentos diversos, a facilidade de aquisição por instituições de ensino pelo baixo custo,

além do favorecimento e motivação no aprendizado na fase de desenvolvimento dos robôs.

REFERÊNCIAS

BORGES, Antonio Tarciso. Como evoluem os modelos mentais. *Ensaio: pesquisa em educação em ciências*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, set. 1999. Disponível em: <http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v1_n1/1_5.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2008.

DE KLEER, J.; BROWN, J. S. Assumptions and ambiguities in mechanistic mental models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (Ed.). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983. p. 155-190.

EISENCK, M. W.; KEANE, M. T. *Psicologia cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994.

JOHNSON-LAIRD, P. *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1983.

LESKA, C. *Introducing undergraduates to programming using robots in general education curriculum*. 2004 - ITCSE ACM 1-58113-836-9/04/0006. Leeds, United Kingdom.

MELEIRO, A.; GIORDAN, M. *Hipermídia no ensino de modelos atômicos*. Textos LAPEQ – Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Telemática Educacional, São Paulo, n. 9, jun. 2003. Disponível em: <<http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/educ/pdf/quimica-multimidia.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2008.

MOREIRA, M. A. Modelos mentais. In: ENCONTRO SOBRE TEORIA E PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIA – linguagem, cultura e cognição. Faculdade de Educação da UFMG, Belo Horizonte, 1997.

MORRISON, J.; NGUYEN, T. On-Board Software for the Mars Pathfinder Microrover. In: International Academy of Astronautics Conference on Low Cost Planetary Missions, 2. Paper IAA-L-0504P, abr. 1996.

NORMAN, D. A. Some observations on mental models. In: GENTNER, D.; STEVENS, A. L. (Ed.). *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.

SILVA, André L. V. *Arquitetura compacta para projeto de robôs móveis visando aplicações multipropósitos*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Escola de Engenharia de São Carlos, USP, São Carlos, 2008.

THRUN, S. et al. *A system for volumetric robotic mapping of abandoned mines*. *Proceedings of ICRA*, p. 1-6, 2003.

VIEIRA JUNIOR, Niltom. *Educação em engenharia: estudo de metodologias pedagógicas e o desenvolvimento de um software educacional para o ensino de estabilidade de sistemas de energia elétrica*. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Estadual Paulista, Unesp, Ilha Solteira, 2007.

VIEIRA JUNIOR, Niltom; COLVARA, L. D. A prática docente e novos recursos de ensino para estabilidade de sistemas de energia elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 35, 2007, Curitiba. *Anais...* Curitiba: Associação Brasileira de Ensino de Engenharia, 2007.

VIEIRA JUNIOR, Niltom; COLVARA, L. D. Softwares educacionais. In: *Novos paradigmas na educação em engenharia*. Curitiba: Abenge, 2007.

DADOS DOS AUTORES

Niltom Vieira Junior



Graduado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (2004), mestre em Engenharia Elétrica (2007) e doutorando em engenharia elétrica na Universidade Estadual

Paulista – Unesp Campus Ilha Solteira. Professor efetivo do Centro Federal de Educação Tecnológica de Bambuí - Uned Formiga. Desenvolve pesquisas em metodologias de ensino, *softwares* educacionais e educação especial em engenharia.

André Luiz Vieira da Silva



Graduado em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (2005), mestre em Engenharia Elétrica (2008) e doutorando em Engenharia

Elétrica na Universidade de São Paulo - USP Campus São Carlos. Integrante do grupo de pesquisa do Laboratório de Automação Inteligente (LAIPS) da Universidade de São Paulo. Desenvolve pesquisas em sistemas embarcados e robótica móvel.