



**COBENGE 2005**

**XXXIII - Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia**

"Promovendo e valorizando a engenharia em um cenário de constantes mudanças"

12 a 15 de setembro - Campina Grande Pb

Promoção/Organização: ABENGE/UFCCG-UFPE

## **Robótica Educacional – Um robô utilizando um módulo de Reconhecimento de Voz.**

**Fretz Sievers Junior** - [fretz@comp.ita.br](mailto:fretz@comp.ita.br)

ITA–Instituto Tecnológico de Aeronáutica , Departamento de Eng. Elet. e Computação  
Pç Marechal Eduardo Gomes, n 50 – Campus do CTA, 12228-900,  
São José dos Campos – SP

**José Silvério Edmundo Germano**, [silverio@fis.ita.br](mailto:silverio@fis.ita.br)

**Felipe de Almeida** [felal@comp.ita.br](mailto:felal@comp.ita.br)

**Resumo:** *O trabalho trata-se sobre Robótica Educacional que é utilizado para caracterizar ambientes de aprendizagem que reúnem materiais de sucata ou kits de montagem compostos por peças diversas, tais como motores e sensores controláveis por computador e softwares que permite programar o funcionamento dos modelos montados. Integrando várias disciplinas há um aumentando no interesse do aluno e na criatividade. A robótica educacional, tem despertado a atenção de professores e alunos. Nesse tipo de atividade, o aluno vivencia na prática através da construção de maquetes e robôs controlados por computador, conceitos estudados em sala de aula. Trata-se de uma atividade lúdica e desafiadora, que une aprendizado e prática. Além disso, valoriza o trabalho em grupo, a cooperação, planejamento, pesquisa, tomada de decisões, definição de ações, promove o diálogo e o respeito a diferentes opiniões. A Robótica Educacional utiliza-se dos conceitos de diversas disciplinas para a construção de modelos, levando os alunos a uma rica vivência interdisciplinar. Esse artigo vem propor um kit educacional para a montagem de um robô com um módulo de reconhecimento de voz. Através de sua montagem o aluno poderá trabalhar com várias disciplinas, para chegar ao seu objetivo final que é a montagem do robô.*

**Palavras Chaves:** *Robótica Pedagógica, Robótica Educacional, Objetos de Aprendizagem*

### **1. Introdução.**

A robótica autônoma inteligente é uma área de pesquisa que vem se desenvolvendo bastante nos últimos anos. Os robôs têm auxiliado o homem em diversas tarefas, tais como a exploração espacial, auxílio de pessoas deficientes físicas [HEINEN, 2000]. Nos dias atuais a robótica vem sendo usado na educação ajudando o aluno a visualizar conhecimentos adquiridos em outras disciplinas tais como: matemática, eletrônica, mecânica, física, etc. Segundo [Peter, 2002] o conhecimento é adquirido por diversos meios como apresenta na tabela 1.0.

Tabela 1.0 Formas de Aprendizagem [Peter, 2002]

Conhecimento	
Como se aprende	Como se retém
1,0 % em função do gosto	10% do que se lê
1,5% em função do tato	20% do que se escuta

3,5% em função do olfato	30% do que se vê
11,0% em função da audição	50% do que se vê e escuta
83,0 % em função da visão	70% do que se diz e se discute
	90% do que se diz e logo se faz

Dentro deste contexto, pode-se inferir que, se aprende-se mais em função do que vê e menos por meio dos outros sentidos, conseqüentemente retem-se mais conhecimento quando se fala algo, surgindo em decorrência a ação. As atividades que permitem que o aluno aplique os conhecimentos aprendidos terá um melhor aproveitamento, como e o caso da montagem de kits de experimentos tais como robos, tornando a aprendizagem mais agradável, e aumentado o interesse do aluno.

Esse artigo mostra um kit de um robô com reconhecimento de voz, onde o aluno poderá aplicar conhecimentos adquiridos em outras disciplinas tais como matemática, eletrônica, mecânica, física, etc.

## 2. Objetivos Gerais da Robótica Educacional.

Abaixo destacamos os principais objetivos do kit proposto nesse artigo:

- Favorecer a interdisciplinaridade, promovendo a integração de conceitos de diversas áreas, tais como: linguagem de programação, matemática, física, eletricidade, eletrônica, mecânica, arquitetura, etc. Trabalhar de forma prática conceitos trabalhados em sala de aula nas diversas disciplinas.
- Desenvolver aspectos ligados ao planejamento e organização de projetos.
- Motivar o estudo e análise de máquinas e mecanismos existentes no cotidiano do aluno de modo a reproduzir o seu funcionamento
- Estimular a criatividade tanto na concepção das maquetas, como no aproveitamento de materiais reciclados.
- Desenvolver o raciocínio e a lógica na construção de maquetes e de programas para controle de mecanismos.

## 3. Uma breve História da Robótica

No conceito popular um robô deve parecer e agir como um ser humano.

Esse conceito humanóide foi inspirado e encorajado por inúmeras histórias de ficção científica como no livro de ISAAC ASIMOV(1986) “Eu robô”.

Alguns dos desenvolvimentos iniciais no campo dos autômatos (ou dispositivos automáticos) são dignos de menção, embora nem todos tratem diretamente da robótica. Nos séculos XVII e XVIII, construíram-se inúmeros dispositivos mecânicos inventados com algumas das características dos robôs. Jacques de Vaucanson construiu vários músicos de tamanho humano em meados do século XVII. Essencialmente eles eram robôs mecânicos

projetados para finalidade específica: entretenimento [GROOVER, 1998]. Em 1805 Henri Maillardet construiu uma boneca mecânica que era capaz de desenhar quadros. Uma série de cames foi usada como o “programa” para guiar o dispositivo no processo de escrita e desenho. A boneca escritora de Maillardet está em exposição no Franklin Institute na Filadélfia, Pensilvânia. Essas criações mecânicas de forma humana devem ser observadas como invenções isoladas que refletem o gênio de homens que estavam bem à frente de seu tempo. Houve outras invenções mecânicas durante as Revoluções Industriais, criadas por mentes de igual genialidade, muitas das quais foram dirigidas para negócio da produção têxtil. Elas incluem a fiandeira de fusos múltiplos de Hargreaves (1770), a máquina de fiar de Crompton (1779), o tear mecânico de Cartwright (1785), o tear de Jacquard (1801) e outras [GROOVER, 1998].

Conforme Groover, no século XX pode-se citar cronologicamente alguns projetos desenvolvidos na área da robótica. O marco inicial dos primeiros trabalhos suscetíveis pode ser traçado no período seguinte da Segunda Guerra Mundial. Durante a década de 40, programas de pesquisa foram iniciados na instituição “Oak Ridge and National Laboratories” para desenvolver manipuladores mecânicos controlados remotamente destinados a manipular materiais radioativos. Esse sistema foi então desenvolvido para reproduzir os movimentos de mão e de braço dos seres humanos.

Groover assinala que nos anos 60 a flexibilidade das máquinas podia ser aumentada significativamente pela utilização de dispositivos sensores. Essas máquinas desenvolvidas com braços mecânicos eram controladas por computador, possuíam sensores táteis, podiam sentir materiais sólidos e usar essa informação para controlar a mão ou o braço sem a necessidade de um operador. Portanto, esta flexibilização é um dos exemplos de como um robô é capaz de adaptar o seu comportamento em um ambiente não estruturado.

Esse autor observa também que nos anos 70 as pesquisas foram voltadas para o uso de sensores externos com o objetivo de facilitar as tarefas de manipulação. A utilização de circuitos digitais na robótica tomava força na indústria privada e na área governamental.

#### **4. O Kit Educacional Proposto.**

O Kit Proposto é constituído de 3 microprocessadores:

- ISD 2560 ( para enviar mensagens informativas ao usuário sobre o que está acontecendo com o sistema).
- Basic STAMP (para fazer o controle dos motores a cada comando de reconhecimento de voz.).
- VOICER da empresa SENSORY (para fazer o reconhecimento de Voz).

São também utilizados dois hardwares desenvolvidos que serão apresentados neste artigo. Um deles é o gravador do ISD 2560 para gravar mensagens informativas ao usuário como:

- “Sistema de Reconhecimento de Voz ligado”
- “Erro no reconhecimento de Voz”

- “Comando frente reconhecido”
- “Comando esquerdo reconhecido”
- “Comando direito reconhecido”
- “Comando Pega reconhecido”
- “Comando dorme reconhecido”
- “Comando brinca reconhecido”

Todas essas mensagens são armazenadas neste microprocessador. São também utilizados hardwares chamados de ponta lógica, para medir os sinais na saída dos pinos do microprocessador. Como estamos trabalhando com microprocessadores que assumem sinais HIGH (5v), e sinal LOW (0v), criamos uma ponta de teste para verificar qual tensão que está passando pelo hardware. Essa ponta de teste é utilizada no robô no módulo de reconhecimento de voz e no gravador ISD 2560 para verificação de sinais.

Utilizados ainda dois dispositivos: uma câmera, para enviar imagens de onde o carrinho se encontra, e um HEAD-FONE, para que os comandos sejam enviados por rádio frequência, permitindo maior conforto ao usuário sem a utilização de fios. Todos esses dispositivos serão explicados com detalhes nas próximas seções.

Nas figuras 1, 2, 3 e 4, apresentamos todos os projetos de hardware deste trabalho. Descreveremos detalhadamente nas seções seguinte cada componente de hardware apresentado nestas figuras abaixo:

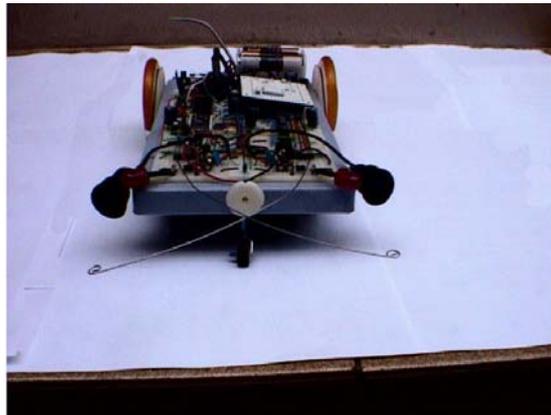


Figura 1 – Protótipo do Kit depois de montado



Figura 2 – Head-Fone utilizado para transmitir os comandos de voz para o carrinho.



Figura 3 – Receptor do Head-Fone utilizado no carrinho para enviar os comando de voz no microprocessador Sensory.

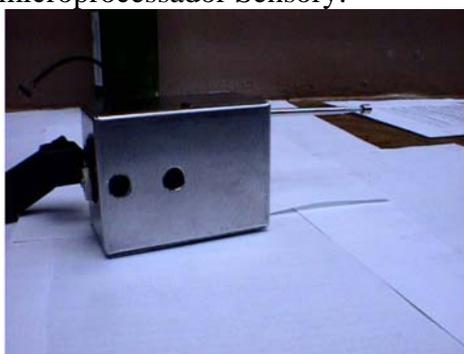


Figura 4 – Câmera de vídeo utilizada para mostrar os locais por onde o robô

O sistema do robô funciona com a recepção de dados que são enviados por um microfone (HEAD-FONE) e passam por um conversor analógico / digital, que é interligado ao modulo de reconhecimento de voz. Este envia os pulsos para o microcontrolador BASIC STAMP, que processa esses dados e toma decisões através do software desenvolvido em BASIC STAMP. O BASIC STAMP envia comando para o circuito do controlador de potência dos motores CC. A figura 5 mostra o diagrama para melhor compreensão.

O sistema inteligente do robô foi desenvolvido com a linguagem BASIC STAMP para o microcontrolador BASIC STAMP, ou seja, o programa para navegação e desvio de obstáculos.

O módulo sintetizador de voz não foi classificado como um sensor para o sistema e sim como um sensor de navegação para o usuário, pois o ISD 2560 emite uma mensagem para o usuário logo que uma procedure do Basic Stamp é executada, não verificando nenhum sensor para saber se o robô movimentou-se para frente. Exemplo: caso o motor direito esteja danificado e todo o sistema esteja funcionando, o usuário envia o comando de voz “frente” pelo HEAD-FONE. O módulo de reconhecimento de voz (MRV) reconhece o comando “frente” e envia os sinais para os CI’s, que enviam os sinais para o microcontrolador, que passa um sinal PWM para o controle de potência dos motores e envia dois pulsos de 20 ms para o ISD 2560 para emitir a segunda mensagem que é “Comando Frente Reconhecido”. Porém o motor direito está danificado e mesmo assim o microcontrolador envia esse sinal para o ISD 2560 para emitir a mensagem para o usuário. Para resolver esse problema teríamos que colocar um sensor no motor para enviar um sinal lógico de quando o motor está ligado ou

desligado, para que o microcontrolador pudesse saber se o comando que o microcontrolador enviou foi executado.

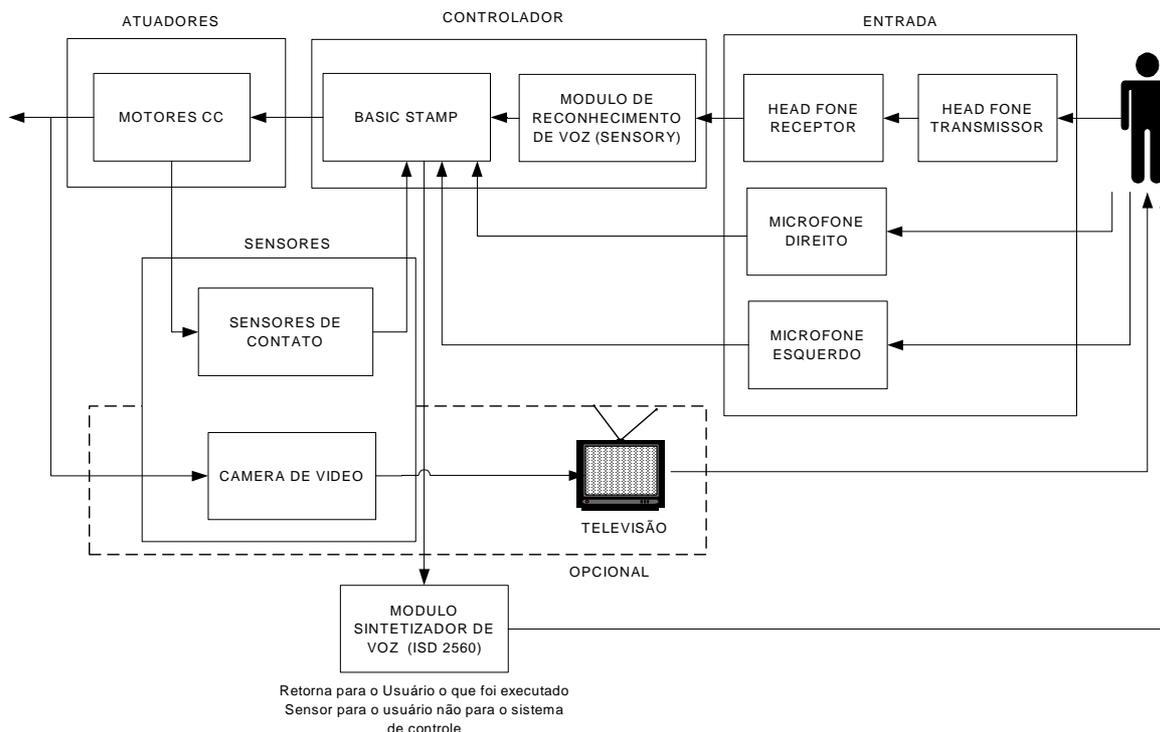


Figura 5 – Diagrama da arquitetura do robô

## 5. Funcionamento do Kit

### 5.1 Testes Realizados para o Reconhecimento de Voz do Sintetizador de Voz.

Para saber qual a influência do ruído em relação ao reconhecimento, realizamos um teste em um ambiente em uma sala fechada, sendo que a gravação dos comandos de voz foi feito no mesmo ambiente. Foram feitos 20 ensaios para saber qual a porcentagem de reconhecimento. Na tabela 1 foi feito os teste com um ambiente com ruído aproximado de 70 db, e na tabela 2 ligamos um ar condicionado que a taxa de ruído é de 110 db ( dados em DB medidos através de um decibelímetro).

COMANDOS EXECUTADOS	Quantidade de Acertos	Quantidade de Erros	Porcentagem de Acertos
FRENTE	19	1	95%
DIR (direita)	19	1	95%
ESQUERDA	17	3	85%
PEGA	19	1	95%
BRINCA	19	1	95%
DORME	18	2	90%
APRENDA	18	2	90%
PORCENTAGEM TOTAL.....			92%

Tabela 1 - Testes de Reconhecimento com um ambiente com pouco ruído. (aproximadamente 20 dB).

COMANDOS EXECUTADOS	Quantidade de Acertos	Quantidade de Erros	Porcentagem de Acertos
FRENTE	14	6	70%
DIR (direita)	12	8	60%
ESQUERDA	12	8	60%
PEGA	14	6	70%
BRINCA	13	7	65%
DORME	15	5	55%
APRENDA	12	8	60%
PORCENTAGEM TOTAL.....			63 %

Tabela 2 - Testes de Reconhecimento com um ambiente com muito ruído ( ar condicionado ligado aproximadamente 110 dB).

Observamos nesses testes que o ruído influencia bastante. Lembrando que o módulo de reconhecimento de voz tem um limite de ruído, ou seja, um ambiente muito ruidoso, ele não consegue fazer o reconhecimento ou aumentando ainda mais a taxa de erro.

## 5.2 Circuito do Microfone do Robô.

Depois de ligadas as três chaves, o usuário precisa enviar um sinal de alta frequência para o robô para ligar o módulo de reconhecimento de voz. O robô possui dois microfones, um à direita e outro à esquerda que servem como “ouvido”.

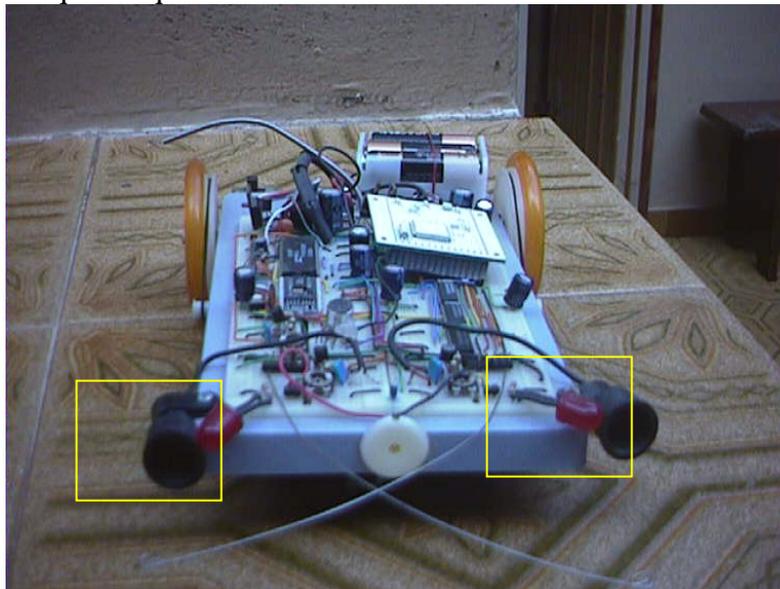


Figura 6 – Microfones Direito e Esquerdo para captação de som

O robô possui 3 microfones, sendo 2 deles microfones de eletreto de 1200  $\Omega$  e um que é o Head – Fone, onde o usuário envia os comandos de voz.

Para ligar o módulo de reconhecimento de voz, o usuário precisa enviar um sinal de alta frequência (como bater palmas) para que os microfones que se encontram à direita e à esquerda do carrinho captem o sinal e emitam um sinal de High para o microcontrolador nas portas p12 e p13 do Basic Stamp. Recebendo esse sinal, o microcontrolador liga o módulo de reconhecimento de voz que receberá os comandos através do Head–Fone.

Caso um dos microfones (direita ou esquerda) receba o sinal de HIGH, o microcontrolador entra em uma rotina “direita” ou “esquerda” que ligará um dos motores, para que o carrinho se movimente para mais próximo da emissão do som. Para que no próximo chamado, haja uma maior probabilidade de os dois microfones capturem o sinal de HIGH para ligar o Módulo de Reconhecimento de Voz. Esses microfones simulam os ouvidos do robô e fazem parte da inteligência artificial do robô, pois ele próprio se dirige para mais perto da emissão do som para o seu reconhecimento. É uma das reações que uma pessoa tem quando não escuta um determinado som e não é possível pedir para aumentar o volume.

Em um primeiro projeto, no lugar do Head-fone, foi utilizamos um microfone de eletreto, porém ele não apresentou bons resultados, pois o usuário tinha que ficar abaixado para falar com o robô. O 3º microfone de eletreto ficava no próprio robô.

O sinal que os microfones captam são da ordem de mV(milivolts). Caso esses microfones estivessem ligados diretamente ao microcontrolador, o sinal seria considerado como 0 e nunca ativaria o sistema de reconhecimento de Voz do MRV (Modulo de Reconhecimento de Voz). Por isso, o sinal passa por um circuito para amplificar a tensão, para captar o sinal enviado pelo usuário caso ele ligue o modo de reconhecimento de voz.

## **6. Conclusão.**

Concluimos que o microcontrolador BASIC STAMP é possui várias aplicações para a Robótica Educacional, que poderá ser utilizado em outros kits de robótica educacional, ou seja esse kit poderá ser utilizado para a montagem de um elevador com controle de voz, onde o aluno poderá aprender outros conceitos.

O módulo de reconhecimento de voz Sensory, ajuda o aluno a entender como funciona outro dispositivo de reconhecimento de Voz que se encontra no mercado, como e o caso dos aparelhos celulares com reconhecimento de voz. O aluno através da Robótica Educacional poderá ter um contato prévio com esse tipo de tecnologia.

Porém para melhor aproveitamento desse kit pelos professores e necessário um treinamento indicando o que se pode montar com esse kit e quais são as limitações do mesmo.

## **7. Bibliografia**

ALLERHAND, MARCH. **Knowledge-based speech pattern recognition**, 2º ed, London, Kogan Page,1987.

BAKER, J.K. The DRAGON system an overview. **IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing**, 1º ed, London, Kogan Page ,Feb. 1975.

**BASIC Stamp Programming Manual**, version 1.9, PARALLAX, 1998.

BORENSTEIN, J. e KOREN, Y. " **Obstacle Avoidance with Ultrasonic Sensor**", IEEE Journal of Robotics and Automation, Vol. RA-4, No. 2, p. 213-218. 1988

BRAGA, NEWTON C., **Curso Prático de Eletrônica**. SÃO PAULO:SABER,1995.1V, OCILADORES

Documentação do microprocessador ISD 2560 da Empresa CHIPCORDER technology by ISD, 1998

G. Cybenko. **Approximation by superpositions of a sigmoid function**. **Mathematics of control , Signals and Systems**, 2:303-314,1989

CNOTINFOR, Educação e Tecnologia, <http://www.cnotinfor.com.br/cnotinfor/robotica.htm>  
Acesso em 27/05/2005

PETERS, Otto. A Educação a Distância em Transição, São Leopoldo, RS, USINOS, 2002

## **Education Robotics– A Robot using a module of Recognition of Voice.**

***Abstract:** The work is treated on Education Robotics that it is used to characterize learning environment that gather scrap materials or kits of composed assembly for several pieces, such as motors and sensor controllable for computer and softwares that it allows to program the operation of the mounted models.*

*Integrating several disciplines there is an increasing in the student's interest and in the creativity. The education robotics, it has been waking up the teachers' attention and students. In that activity type, the student lives in practice through the construction of models and robots controlled by computer, concepts studied at classroom.*

*It is an activity new and challenging, that it unites learning and practice. Besides, it values the work in group, the cooperation, planning, researches, socket of decisions, definition of actions, promotes the dialogue and the respect to different opinions. The Education Robotics is used of the concepts of several disciplines for the construction of models, taking the students to a rich interdisciplinary existence.*

*That article comes to propose an education kit for a robot's assembly with a module of voice recognition. Through his/her assembly the student can work with several disciplines, to arrive to it final objective that and the robot's assembly*

**Key-words:** *Educations Robotics, Pedagogics Robotics, Learning Objects.*

