

# Implementation and Usage of a Sound-Tactile Model for Sightless People

## Implementação e Utilização de Maquete Tátil Sonora por Pessoas Cegas

João Vilhete Viegas d'Abreu, PhD<sup>1</sup>, Renato José Martins, BSc<sup>2</sup>

1. Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED, Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP – Campinas, São Paulo, Brasil

2. Faculdade de Engenharia Mecânica - FEM, Universidade Estadual de Campinas / UNICAMP – Campinas, São Paulo, Brasil

jvilhete@unicamp.br, renatojmsdh@gmail.com

Recibido para revisión 28 de Marzo de 2008, Aceptado 19 de Mayo de 2008, Versión final 21 de Mayo de 2008

**Abstract:**—The association of robotic devices with computers increases the potential of the information and communication technologies - ICT. However, just like PCs, most robotic devices interfaced with computers, are not designed for the use of impaired individuals. The sound-tactile model is among the appliances under development by the pedagogic robotics group from Nied/Unicamp (the Campinas State University's Education-Applied Informatics Center) as a helping tool for visually impaired persons independently finding audible information on sites and places they visit. This paper presents the sound-tactile model considering chiefly the blind people usage of it, its building and the assembling of controlling hardware and software through computer.

**Keywords:** Tactile Mapping, Automation, Sound Models, Pedagogical Robotics.

**Resumo:** A associação de dispositivos robóticos a computadores amplia o potencial das tecnologias de informação e comunicação. Entretanto, assim como os computadores, boa parte dos dispositivos robóticos a eles interfaceados não são projetados para serem usados por pessoas com necessidades especiais. A maquete tátil sonora é um dos dispositivos que está sendo desenvolvido pelo grupo de robótica pedagógica do Núcleo de Informática Aplicada à Educação – Nied/Unicamp, como sendo uma ferramenta que auxilia as pessoas cegas a obterem, de forma autônoma, informação sonora e tátil acerca de espaços físicos por onde elas circulam. Este artigo discute a maquete tátil sonora do ponto de vista da construção e da utilização desta por pessoas cegas e também a implementação de hardware e software de controle via computador.

**Palavras Chave:** Cartografia Tátil, Automação, Maquetes Sonoras, Robótica Pedagógica.

### I. INTRODUÇÃO

A inserção da Robótica Pedagógica no contexto da Cartografia Tátil é uma das abordagens que têm sido empregadas no sentido de se introduzir tecnologias digitais e o uso do computador, propriamente dito, nos ambientes de ensino-aprendizagem, para pessoas com necessidades especiais onde essas tecnologias não eram empregadas. O uso dessas tecnologias enriquece e diversifica estes ambientes na medida em que criam situações de aprendizagem que, por um lado, permitem as pessoas cegas utilizarem, de forma autônoma, ferramentas que permitem-nas manipular, experimentar, testar hipóteses, conseqüentemente, ou por outro lado, simplesmente se comunicarem ou obterem informações. Para os indivíduos cegos e os de baixa visão, temos como referência Merleau-Ponty [5], que salienta que os sentidos comunicam-se entre si e abrem-se à estrutura dos elementos. Podemos ver a rigidez e a fragilidade do vidro quando ele se quebra com um som cristalino, este som é trazido pelo vidro visível. Vemos a elasticidade do aço, a maleabilidade do aço incandescente, a dureza da lâmina em plaina, a moleza das aparas. A forma dos objetos não é seu contorno geométrico, mas sim, a relação com a própria natureza comunicando-se com todos os sentidos, ao mesmo tempo em que se comunica com a visão. Neste sentido, a limitação do deficiente visual não é ocasionada pela visão, mas sim pela falta de oportunidades de vivenciar situações diversificadas. Ao propiciarmos diferentes tipos de maquetes sonoras táteis para essas pessoas podemos diminuir essa limitação.

De acordo com Veiga [7] o tato não permite a “compreensão global e sintética do todo” que o vidente alcança quase que instantaneamente. O deficiente visual necessita construir passo à passo o conjunto de um ambiente visitado. Nesse sentido o autor destaca que “[...] só as miniaturas com as três dimensões, com a rugosidade ou a maciez inerentes à coisa miniaturizada interessa, realmente, à inspeção tátil do cego”. Para Miranda [6], além do aspecto cognitivo, a abordagem do espaço local no ensino-aprendizagem do mapa se coloca também como necessidade de uma Geografia voltada para o exercício da gestão cidadã do território que é o objeto concreto das necessidades e ações imediatas dos sujeitos. Ressaltando, que muitas vezes, os assuntos abordados na disciplina de geografia enfatizam os espaços regionais e continentais, aniquilando o lugar de vida, reduzindo-o a um ponto de localização e negando ao cidadão o direito e o poder de pensar, agir e decidir sobre seu espaço.

Viegas da Silva et al. [8] ressalta que os documentos cartográficos são considerados fundamentais no ensino da geografia e da história, por exemplo, tornando-se instrumentos importantes na educação contemporânea, não somente para o aluno entender as necessidades da vivência cotidiana, mas também para realizar ações que parecem banais, como conhecer o espaço onde vive, aprender a deslocar-se na cidade, desenvolver a percepção de formas e volumes e saber e conhecer os recursos fornecidos pelo meio ambiente.

Para que as pessoas cegas ampliem seus conhecimentos sobre o espaço geográfico em que vivem e atuam, é fundamental que eles sejam alfabetizados cartograficamente. Nesse sentido, o uso de maquetes pode servir como forma inicial de representação a qual permite discutir questões sobre localização, projeção (perspectiva), proporção (escala) e simbologia. Ao elaborarem as maquetes das salas de aula, da escola, do bairro, os alunos podem pensar também nos porquês dos elementos estarem em determinados lugares. O uso de maquetes permite a operação de fazer sua projeção sobre o papel e discutir essa operação do ponto de vista cartográfico, o que envolve representar em duas dimensões o espaço tridimensional, representar toda a área sob um só ponto de vista e guardar a proporcionalidade entre dois elementos representados [1].

O potencial das maquetes pode ser ampliado na medida em que se agregam a elas tecnologias. Entretanto, tais tecnologias necessitam de serem desenvolvidas, tanto no aspecto técnico quanto no pedagógico. A utilização de tecnologias baseadas no uso do computador interfaceado com dispositivos se insere no contexto da aplicação e/ou uso de conceitos de automação numa abordagem educacional denominada robótica pedagógica que envolve a utilização de diversos materiais, softwares, educacionais e principalmente sensores de diversos tipos [3]. Neste projeto, a Robótica Pedagógica está sendo utilizada objetivando implementar dispositivos tecnologicamente interessantes cujo uso é capaz de auxiliar no processo de construção de conhecimento de pessoas com necessidades especiais.

## II. DIFERENCIAÇÃO DA MAQUETE TÁTIL SONORA

De maneira geral a maquete tátil sonora é construída para ser usada por pessoas cegas, a fim de se obter por meio de som e perceber/reconhecer, por meio de tato, um determinado espaço físico. Do ponto de vista de implementação e uso podemos diferenciar essas maquetes táteis sonoras em duas categorias. Maquetes de uso informacional e maquetes de uso educacional.

Maquete de uso informacional é aquela construída de forma definitiva somente com o objetivo de facilitar, para uma pessoa cega, o reconhecimento de um único espaço físico acabado e que provavelmente não será alterado. Maquete tátil sonora de uso educacional, como próprio nome diz, são maquetes que têm como propósito o uso pedagógico. Ela pertence à categoria de maquetes que estão constantemente em modificação, de preferência pelo próprio aluno cego, a fim de propiciar tanto o aprendizado da programação de computadores, quanto o da noção espacial.

Neste tipo de maquete construído com material mais simples e de fácil manuseio pelo aluno, o aprendizado de programação deve acontecer à medida que diferentes configurações do espaço físico são experimentadas pelo aluno. Para cada configuração do espaço é necessário reprogramar o computador para que ao pressionar o sensor seja pronunciado o nome correto do objeto da maquete. Por exemplo, numa maquete que representa a sala de uma casa onde, ao pressionar o botão 05 é pronunciada a palavra sofá caso o seja trocado por uma escrivaninha, será necessário reprogramar o botão 05 para que ao ser pressionado seja pronunciada a palavra escrivaninha.

O processo de se criar todo um ambiente de utilização pedagógica deste tipo de maquete é um processo educacional do qual o aluno cego deve participar ativamente. Neste ambiente educacional além do professor e dos alunos faz parte também o computador e matérias que permitem a construção e/ou modificação da maquete.

Desenvolver, junto com uma pessoa cega, todo um ambiente educativo onde a atividade de construir e modificar a maquete envolve o aprendizado de conceitos de lateralidade, proporção, distância, noção de todo “totalidade”, dentre outros, tem se constituído em uma forma de propiciarmos a essas pessoas experimentarem e aprenderem estes conceitos. Ao permitir que uma pessoa cega, por meio do tato e da audição reconheça, o piso térreo da Biblioteca Central da Unicamp, estime a distância entre o banheiro feminino e o masculino, diferencie a catraca da entrada da de saída, são alguns exemplos de situações de aprendizagem que essas podem realizar de forma autônoma desde que lhes sejam fornecidas ferramentas apropriadas para isso.



Maquete tátil sonora de uso Informativo



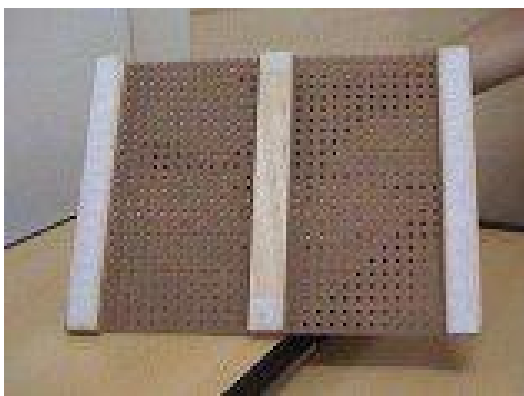
Maquete tátil sonora de uso educacional

**Figura 1:** Categorias de maquetes táteis

A seguir será descrito um processo de construção de maquete tátil sonora, por alunos cegos realizado em uma escola, no município de Araras - SP no contexto de um projeto de pesquisa denominado Desenvolvimento de Dispositivos Robóticos Integrando o Estudo de Cartografia Tátil e Geração de Material Didático para Portadores de Deficiência Visual.

### III. CONSTRUÇÃO DA MAQUETE TÁTIL SONORA

Uma maquete pode ser construída utilizando como base uma placa de compensado de madeira, como mostra a figura 2, com furos que permitem a fixação de sensores.

**Figura 2:** Colagem do velcro no tablado

A placa de compensado pode ser forrada com feltro, de forma a que se possa retirar posteriormente o feltro e a placa reutilizada novamente, conforme mostra a figura 3.

**Figura 3:** Placa de compensado forrada e com sensores

Sobre a placa forrada é criado o ambiente físico que a maquete representa, como mostra figura 4.

**Figura 4:** Maquete representando uma pastagem

No caso específico da maquete da figura 4, criou-se um ambiente que representa pastagem, utilizando tijolos LEGO para representar cerca e animais, tecido<sup>1</sup> da cor<sup>2</sup> azul representando rio, da cor preta representando a estrada, folhagens verde representado a

mata ribeirinha, enfim, visando reproduzir um cenário de vida no campo. Estes objetos possuíam na base, uma fina camada de velcro para que os alunos pudessem manuseá-los e modificar a posição destes na maquete como lhas convinha. Em função de cada mudança, de estradas e animais dos lugares os sensores eram reprogramados com novos sons. No item 5, será descrita a programação de sensores na maquete.

Do ponto de vista pedagógico educacional, a maquete da

figura 4 foi explorada no aprendizado trabalho de conceitos geográficos relativos à interação entre o Homem e os elementos naturais, como a vegetação, mata ciliar, animais, rios, etc...

#### IV. INTERFACE DE HARDWARE DO DISPOSITIVO SONORO DA MAQUETE TÁTIL

O mecanismo de funcionamento da maquete tátil baseia-se na leitura de sensores sensíveis ao toque, que captam o estado do meio externo ao ser pressionado. A implementação destes dispositivos tem o objetivo de permitir que o usuário possa ter ao mesmo tempo o reconhecimento tátil de um determinado espaço físico acompanhado de uma informação sonora e assim facilitando a sua localização espacial. Esses sensores, que poderão fazer parte de uma determinada maquete, são os elementos que dão “voz” a maquete. Eles podem ser conectados a uma interface eletrônica que por sua vez se conecta ao computador utilizando a linguagem Logo. Os sensores não são exclusivos para uma especificada base de maquete, podendo ser utilizados em diferentes maquetes e/ou em diferentes posições na mesma maquete [2].

O esquema mostrado na figura 5 representa uma simplificação do ambiente de utilização da maquete tátil, que consiste basicamente de um computador executando uma determinada linguagem educacional (para a programação da maquete), uma interface eletrônica para comunicação entre o computador e os componentes sensoriais, e a maquete tátil.

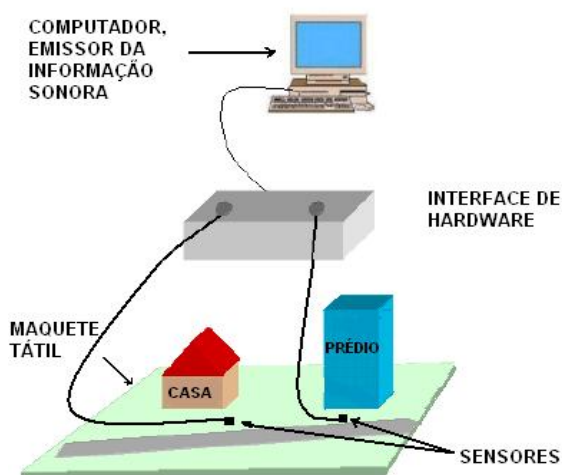


Figura 5: Ambiente de projeto com sensores

A interface eletrônica (hardware) que controla os sensores é constituída pela placa de circuito impresso (na qual são montados os componentes eletrônicos). Componentes esses que são de controle, por exemplo, microcontroladores

(PIC16F877A) que analisam e tratam de forma lógica os dados colhidos pelos sensores de toque colocados na maquete. Uma configuração eletrônica básica do circuito é mostrada na figura 6 para um sensor (chave normalmente aberta).

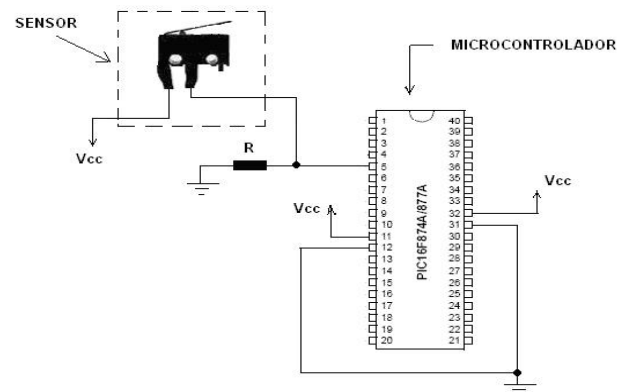


Figura 6: Esquema elétrico simplificado de funcionamento com um sensor

#### V. IMPLEMENTAÇÃO DE SOFTWARE

A programação deve permitir o correto funcionamento da maquete tátil como um todo, de forma que o acionamento de um sensor resulte no som correspondente ao dispositivo solicitado. Para tanto, há a necessidade de programação em diferentes dispositivos, como de microcontroladores e do software SuperLogo, que será executado no computador.

Inicialmente o SuperLogo não dispunha de comandos e funções específicas para o controle dos dispositivos robóticos (como o caso de sensores) que estão sendo implementados no projeto. Assim, tais comandos foram desenvolvidos de modo a manter a estética Logo, sendo, por esta razão, facilmente compreendidos por usuários que tenham alguma familiaridade com a linguagem, dispensando a necessidade de conhecimentos técnicos relacionados à comunicação com o hardware [4]. O comando abreporta “\*\*\*”, por exemplo, permite o início da comunicação entre a interface e o computador através da porta a ser especificada (com1, com2, etc). Já o comando fecheporta encerra a conexão entre os mesmos. Estes são os comandos primários para a comunicação. A conexão entre o computador e a interface de hardware, é feita através da porta serial (RS232) e dispõe de recursos para receber dados provenientes de trinta sensores.

A parte do programa principal funciona de modo a verificar constantemente o estado dos sensores, enviado pelo microcontrolador, e combina-lo com a reprodução de som correspondente. Assim temos o comando sensor, criado para testar o estado de cada sensor e caso algum desses esteja acionado, o programa Logo (a partir da posição do sensor retornada) seleciona o arquivo de som correspondente. Temos ainda a sintaxe condicional do programa Logo `se <condição> [comandos] [comandos caso a condição não seja verificada]` que empregada com comando sensor, permite a leitura do estado de cada sensor. A seguir é apresentando, na tabela 1, a rotina utilizada no SuperLogo para abrir a porta de comunicação serial, testar o estado do sensor 1 e finalmente fechar a porta.

1 Os tecidos utilizados para representar o rio, a estrada, e a fazenda tinham texturas diferentes para permitir que o aluno deficiente visual pudesse diferenciar cada um destes locais na maquete.

2 A identificação dos diferentes locais da maquete por cor é um recurso utilizado, por razão estética, para orientação das pessoas videntes que ajudam o aluno deficiente visual a construir.

**Tabela 1:** Estrutura básica do programa Logo

<pre> abraporta "com1 se sensor 1 [comandos] . . . fecheporta </pre>
--

O outro dispositivo a ser programado é o microcontrolador. Nesta aplicação foi utilizado o PIC16F877A produzido pela empresa Microchip. A linguagem de programação utilizada para este dispositivo é a C++, feita no ambiente de desenvolvimento MikroC, voltado para microcontroladores. Para a gravação dos dados no microcontrolador é usado o software MPLAB IDE, que transfere as informações através de um gravador para o circuito integrado.

## VI. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se considerar que os objetivos e a aplicabilidade da maquete tátil foram plenamente atingidos na medida que propiciam, aos indivíduos portadores de necessidades especiais, condições para melhor compreensão do espaço físico por onde circulam. Do ponto de vista de utilização, as maquetes táteis com fins educacionais mostraram-se bastante eficazes, à medida que constituem ferramentas de fácil aprendizado, pois solicitam apenas que o usuário saiba comandos básicos da linguagem Logo, sem a necessidade de programação de outros componentes com linguagem de “baixo nível” (microcontroladores).

Para a aplicação de maquetes puramente informativas, não havendo a necessidade de reprogramação, verificou-se certa ociosidade das funções do computador, cabendo a este basicamente a reprodução do som, tornando-se desnecessário o uso de uma ferramenta sofisticada como esta para exercer a atividade programada.

Com o intuito de aprofundar a tecnologia para fins informativos, planeja-se construir uma nova interface que seja independente do computador para a reprodução do som (o que daria uma maior independência quanto às aplicações e ao uso da tecnologia). Para tanto está sendo desenvolvido um trabalho para agregar ao projeto inicial um componente chamado Chip Voice. Aplicando este dispositivo ao projeto é possível desenvolver um sistema que responde com vozes previamente gravadas quando os sensores são acionados, sem a necessidade do computador durante a operação. Isto, por sua vez, permitiria uma maior versatilidade e independência às aplicações, assim como maior viabilidade (devido à diminuição de custo) e, com isso, melhores condições de acessibilidade.

## REFERÊNCIAS

- [1] ALMEIDA A. R.D., (2001). Do Desenho ao Mapa: iniciação cartográfica na escola. São Paulo. Ed. Contexto.
- [2] CHELLA M. T., (2002). Ambiente de Robótica para Aplicações Educacionais em SuperLogo. Dissertação (Mestrado em Educação). Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação (FEEC). UNICAMP.
- [3] D'ABREU J. V. V.; GONÇALVES L. M. G.; GARCIA M. F.; GARCIA L. T. S., (2002). Uma Abordagem Prático-Pedagógica para o Ensino de Robótica em Ciência e Engenharia de Computação. In: XIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação - SBIE-UNISINOS, Porto Alegre, p.428-439.
- [4] D'ABREU J. V. V.; CASTREGHINI de FREITAS M. I.; VENTORINI S. E.; ESPINOSA M. L.; CHELLA M. T.; MALTEMPI M. V.; ROSSI C. R.; SOUZA dos SANTOS K.; CUNHA A. R., (2003). Desenvolvimento de Dispositivos Robóticos Integrando o Estudo de Cartografia Tátil e Geração de Material Didático para Portadores de Deficiência Visual. Projeto de Pesquisa Científica – FAPESP. Campinas.
- [5] MERLEAU-PONTY M., (1994). Fenomenologia da Percepção. São Paulo: Ed. Martins Fontes.
- [6] MIRANDA S. L., (2001). A Noção de Curva de Nível no Modelo Tridimensional. Dissertação (Mestrado). Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Unesp – Rio Claro.
- [7] VEIGA J.E., (1983). O Que É Ser Cego, Livraria José Olympio Editora AS, Rio de Janeiro -RJ.
- [8] VIEGAS da SILVA M.; OLIVEIRA BARROS M. R.; CORREIA MARQUES de SÁ L. A., (2003). Avaliação do Ensino de cartografia para crianças em Instituições Públicas e Privadas no Recife. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Cartografia. Belo Horizonte. João Vilhete

**Viegas d'Abreu:** possui graduação em Engenharia Elétrica/Eletrônica pela Universidade Estadual de Campinas (1986), mestrado em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas (1994) e doutorado em Engenharia Mecânica pela Universidade Estadual de Campinas (2002). Desenvolve estudos que têm como foco a Robótica Pedagógica, ou seja, implementação de ambientes de aprendizagens que permitem a interação do computador com o mundo externo. Coordena projetos que envolvem o desenvolvimento de dispositivos robóticos para fins educacionais e tecnologias e mídias interativas na escola. Atualmente é pesquisador da Universidade Estadual de Campinas e Coordenador do Núcleo de Informática Aplicada à Educação-NIED na mesma Universidade. Tem experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: robótica pedagógica, educação, computação, construção de dispositivos para pessoas com necessidades especiais, ferramentas computacionais, tecnologia educacional e formação continuada de professores.

**Renato José Martins:** Atualmente é aluno do curso Engenharia de Controle e Automação na Universidade Estadual de Campinas. Apresenta interesse nas áreas de automação, modelagem e projeto matemático de controladores, robótica pedagógica e sistemas embarcados.



# Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín

## Facultad de Minas



### Escuela de Ingeniería de Sistemas

#### Pregrado

- ❖ Ingeniería de Sistemas e Informática.



#### Posgrado

- ❖ Doctorado en Ingeniería-Sistemas.
- ❖ Maestría en Ingeniería de Sistemas.
- ❖ Especialización en Sistemas con énfasis en:
  - Ingeniería de Software.
  - Investigación de Operaciones.
  - Inteligencia Artificial.
- ❖ Especialización en Mercados de Energía.

#### Áreas de Investigación

- ❖ Ingeniería de Software.
- ❖ Investigación de Operaciones.
- ❖ Inteligencia Artificial.

Escuela de Ingeniería de Sistemas  
Dirección Postal:  
Carrera 80 No. 65 - 223 Bloque M8A  
Facultad de Minas. Medellín - Colombia  
Tel: (574) 4255350 Fax: (574) 4255365  
Email: [esistema@unalmed.edu.co](mailto:esistema@unalmed.edu.co)  
<http://pisis.unalmed.edu.co/>

