



InstInt: Design e Desenvolvimento de uma Instalação Socioenativa

Yusseli Lizeth Méndez Mendoza Emanuel Felipe Duarte
M. Cecília C. Baranauskas

Technical Report - IC-23-07 - Relatório Técnico
March - 2023 - Março

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO

The contents of this report are the sole responsibility of the authors.
O conteúdo deste relatório é de única responsabilidade dos autores.

InstInt: Design e Desenvolvimento de uma Instalação Socioenativa

Yusseli Lizeth Méndez Mendoza* Emanuel Felipe Duarte*
M. Cecília C. Baranauskas*†

Resumo

Este relatório técnico apresenta o processo de design e desenvolvimento da instalação Socioenativa InstInt como parte do Projeto Temático Sistemas Socioenativos (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, #2015/16528-0). O InstInt é uma instalação interativa que permite que crianças e adultos criem uma composição sonora ao tocar fitas luminosas que acionam efeitos luminosos e sonoros como sons de instrumentos musicais. O relatório apresenta o processo de construção da estrutura eletromecânica da instalação em escala real, que foi inicialmente concebida, co-desenhada e prototipada em pequena escala. Finalizamos o relatório com conclusões sobre o processo de desenvolvimento e as próximas direções de experimentação com a instalação.

1 Introdução

Este trabalho é parte de um projeto maior intitulado “Sistemas Socioenativos: Investigando Novas Dimensões no Design da Interação Mediada por Tecnologias de Informação e Comunicação” (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo (#2015/16528-0), ao qual nos referiremos neste relatório técnico como projeto Sistemas Socioenativos. O projeto Sistemas Socioenativos busca criar soluções de design de sistemas socioenativos e sua experimentação em cenários reais com o objetivo de estudar o fenômeno da interação em cenários construídos com tecnologia ubíqua e pervasiva a partir de uma abordagem enativista [9]. Um sistema Socioenativo é um sistema computacional composto de artefatos físicos e sistemas digitais que possibilitam que as relações intersubjetivas (atenção conjunta, ação conjunta e coordenação) ocorram dentro de um cenário específico de interação [5]. Nesses cenários, a interação com a tecnologia envolve todo o corpo em seus aspectos físicos, emocionais e sociais.

Para criar soluções de design de sistemas socioenativos, Baranauskas et al. [6] propõem que os elementos Físico, Digital e Social presentes nos cenários de interação devem estar acoplados para fazer emergir o que os autores denominaram de *Experiência Socioenativa*. Como mostrado na Figura 1, o *Digital* envolve o software do sistema e as interfaces (digitais) do usuário; o *Físico* envolve o hardware do sistema (*i.e.*, electronic and ubiquitous components, input and output devices), o espaço físico, inclusive o corpo físico das pessoas; e o *Social* envolve as pessoas e suas relações intersubjetivas e sociais. O acoplamento *Físico - Digital* é parte de um sistema de feedback de ida e volta que acontece através do uso de sensores e atuadores. Os sensores captam parâmetros

*Instituto de Computação, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas-SP, Brasil

†PPGInf, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba-PR - Brasil

físicos (*e.g.*, presença de pessoas) e os transformam em informações digitais que os sistemas podem processar, enquanto que os atuadores captam informações digitais e os convertem em algum tipo de saída física (*e.g.*, ligar luzes ou reproduzir sons). Por outro lado, o acoplamento *Social - Físico* acontece através da ação das pessoas e a percepção das mudanças no ambiente e nos sistemas que essas ações podem gerar.

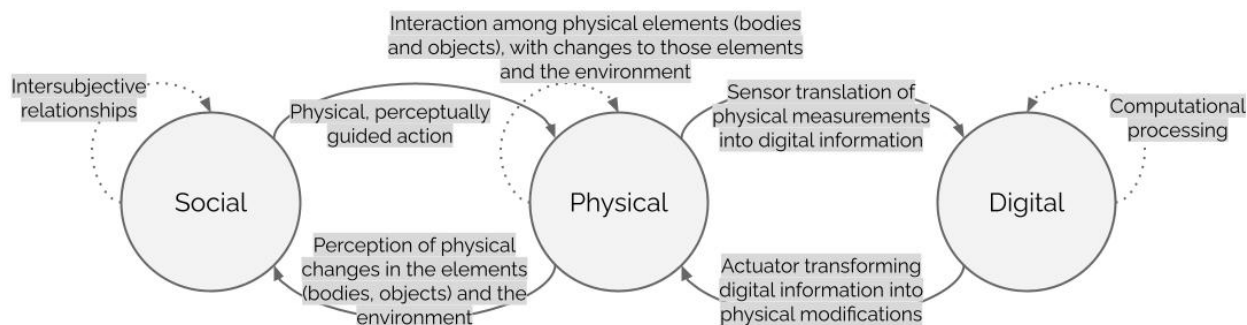


Figura 1: O acoplamento tripartite (Social - Físico - Digital) [6].

Neste relatório técnico apresentamos o *InstInt*, uma instalação socioenativa criada como parte do projeto Sistemas Socioenativos: O *InstInt* é uma instalação que permite que crianças e adultos criem uma composição sonora ao tocar 5 fitas luminosas que acionam sons de determinados instrumentos musicais como bateria, flauta, órgão, clavinete e baixo, enquanto a instalação se movimenta. As fitas luminosas são fitas de LEDs revestidas com um tecido que utiliza fio condutor, o que torna a fita sensível ao toque. Além disso, a instalação pode se movimentar devido a sua estrutura eletromecânica que gira. A instalação foi concebida, prototipada e construída como uma maquete interativa que é uma contribuição original do Projeto de Sistemas Socioenativos, e construída em escala humana pela empresa LedsLife com acompanhamento próximo dos trabalhos pela equipe de pesquisa do projeto.

A construção da instalação em escala humana foi uma tarefa desafiadora em termos tecnológicos por ser uma instalação inovadora em seu design e sem exemplares precedentes. A construção da instalação envolveu diversas soluções criadas sob medida envolvendo o uso de motores para movimentar a estrutura, conexões elétricas para conectar motores, LEDs, Raspberry Pi, Projetor, Som etc. Na construção da instalação foram usados vários dispositivos de hardware disponíveis no mercado, no entanto também foi necessário adaptar dispositivos para implementar algumas funcionalidades importantes como as fitas sensíveis ao toque. Além disso, foram considerados requisitos estéticos como o uso de um *dressing* (vestimenta da instalação) para ocultar os componentes eletrônicos. A Figura 2 apresenta o *InstInt* em funcionamento enquanto crianças junto com seus pais interagem com a instalação.

Este relatório técnico está organizado da seguinte forma: na seção 2 apresentamos o design e desenvolvimento da instalação em pequena escala, na seção 3 apresentamos o processo de construção da instalação em escala humana, e por fim, na Seção 4 apresentamos conclusões e direcionamentos para novos cenários de experimentação.



Figura 2: Versão em escala real da instalação InstInt em funcionamento.

2 Design e Desenvolvimento da Instalação em Pequena Escala

A instalação socioenativa *InstInt* foi inicialmente concebida, co-desenhada e prototipada em pequena escala como parte do projeto de design de uma disciplina de tópicos especiais em Interface Humano Computador do programa de pós-graduação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Brasil. Na disciplina participaram 5 estudantes de cursos de Ciência da Computação, Engenharia da Computação e Artes Visuais, que após um processo de ideação definiram 5 princípios básicos a serem considerados no co-design da instalação:

- Consciência do ambiente e das diferenças sociais;
- Inclusão;
- Multi-sensorialidade (Interação);
- Consciência do outro (Olhar para o próximo);
- Interação com crianças e adultos (Multigeracional).

Esses cinco princípios surgiram a partir de suposições que limitavam as possibilidades de criação, convivência e comportamento das pessoas em diferentes ambientes públicos como museus, estações de trem e parques. A partir da definição desses princípios, os alunos participaram de uma atividade de desenho participativo que se consolidou no desenho de esboço da instalação (Figura 3a), e usando a abordagem socialmente consciente para o desenvolvimento de sistemas computacionais [4], eles definiram um conjunto de requisitos do sistema. Logo depois foi definido o design da interação da instalação considerando diferentes momentos da interação. Por fim, como projeto final da disciplina foi apresentada uma versão funcional preliminar da instalação em formato de maquete interativa (Figura 3b). Mais informações do processo de ideação, prototipação e construção da maquete podem ser encontradas em [7].

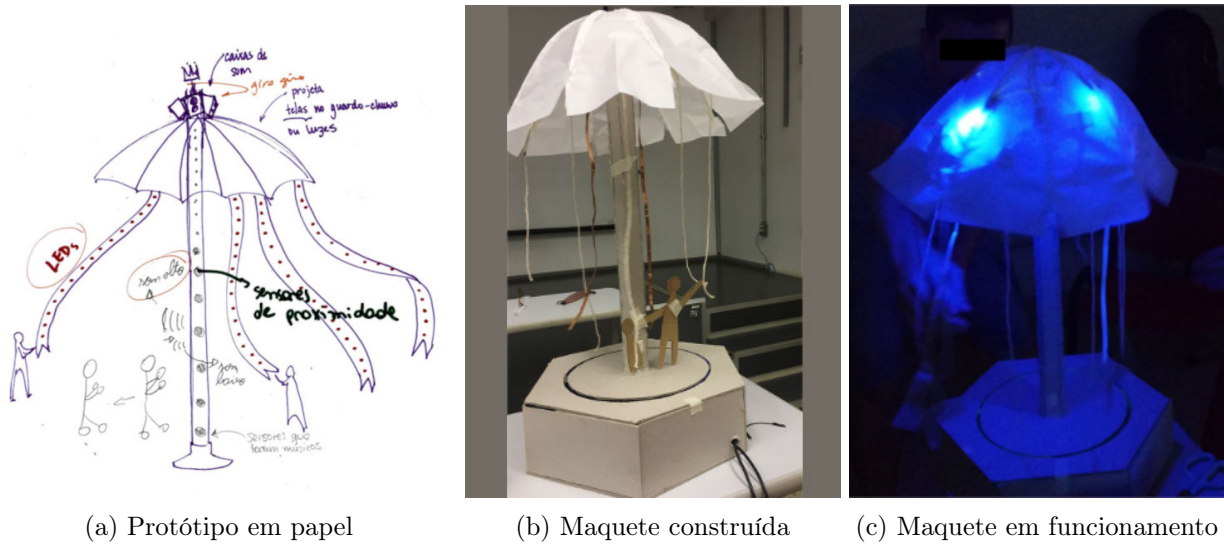


Figura 3: Processo de Desenvolvimento da maquete InstInt

A seguir apresentamos os momentos definidos para o design de interação do InstInt:

- **Aguardando interação.** Neste primeiro momento, o chapéu da instalação encontra-se fechado e a instalação sem movimento, enquanto uma música de fundo com volume baixo toca no ambiente (Figura 4a).
- **Instalação com uma pessoa interagindo.** Os sensores de movimento acoplados à instalação permitem detectar a presença das pessoas que se aproximam dela. Se for detectada a presença de alguma pessoa, o chapéu abre-se, o som de fundo fica mais animado, e a estrutura começa a girar. As pessoas também podem interagir com a instalação tocando em qualquer uma das 5 fitas penduradas do chapéu. As fitas ao serem tocadas acionam sons de instrumentos musicais que se misturam com a música de fundo, e emitem efeitos coloridos e de movimento em seus LEDs, além de projeções no chão, criando uma experiência com efeitos luminosos e sonoros (Figura 4b).
- **Instalação com mais pessoas interagindo.** Quando várias pessoas interagem com a instalação ao mesmo tempo, a música torna-se progressivamente mais alegre e enérgica à medida que mais pessoas colaboram e coordenam novas sequências de toque nas fitas. De acordo com a música, as luzes, a projeção e o movimento giratório também reagem à forma como as pessoas interagem com as fitas, fornecendo diferentes formas de feedback. Algumas fitas são muito altas e só podem ser tocadas por adultos, enquanto outras são muito baixas e são mais facilmente tocadas por crianças (Figura 4c).
- **As pessoas saem da instalação.** Neste último momento as luzes e projeções começam a perder força, e os efeitos sonoros ficam um pouco mais silenciosos.

Na seguinte seção apresentaremos o processo de construção da instalação em escala real.

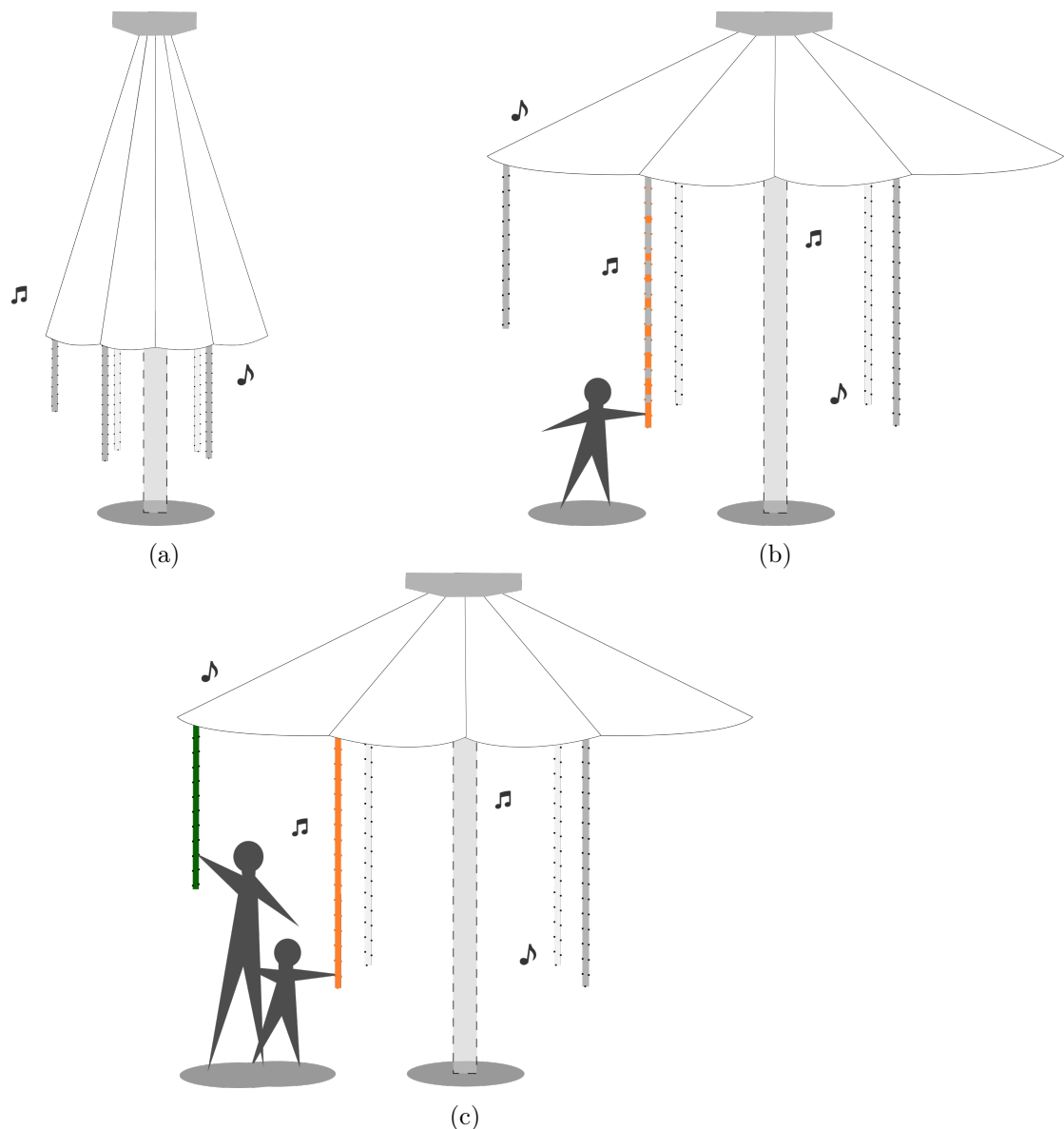


Figura 4: Design de Interação: a) a instalação aguardando interação; b) a instalação com uma pessoa interagindo segurando uma fita; c) a instalação com um adulto e uma criança interagindo juntos.

3 Construção da Instalação em Escala Humana

A construção da instalação em escala humana baseou-se na maquete apresentada na seção 2 preservando os valores e intenções originais dos autores; no entanto algumas adaptações e ajustes tiveram que ser feitos. A montagem inicial da instalação foi pensada para ser desenvolvida no Museu Exploratório de Ciências da Unicamp, porém com o isolamento social causado pela pandemia, a construção e testes iniciais ocorreram dentro da Empresa LedsLife, que incubou o desenvolvimento da estrutura em seu espaço de trabalho. A montagem dentro da Empresa LedsLife foi preparada para um ambiente indoor de altura de pé-direito de 2,90 metros conforme o espaço do Museu Exploratório de Ciências. Como mostrado na Figura 5, foi criado um design de como ficaria a estrutura eletromecânica, com aproximadamente 3 metros de altura, dentro de um ambiente indoor. A estrutura

contém um mastro central apoiado no chão e no teto, chapéu superior em forma de guarda-sol do qual pendem 5 fitas luminosas sensíveis ao toque, além de outros componentes como o computador central, motores, rolamentos, polias, e fontes de alimentação.

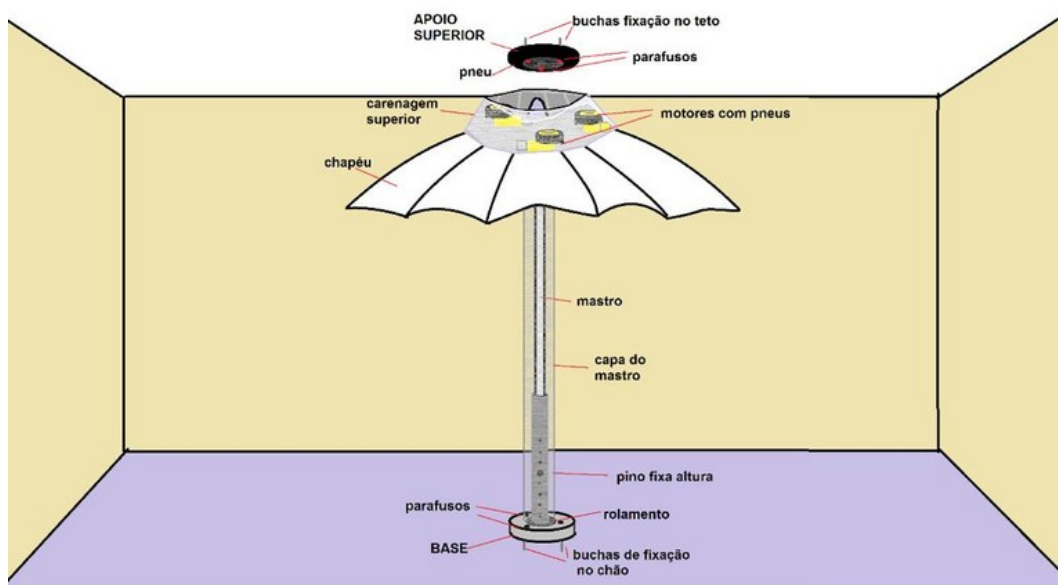


Figura 5: Design da estrutura eletromecânica do InstInt

Para definir o escopo do desenvolvimento da estrutura eletromecânica da instalação em escala humana foram definidas funcionalidades básicas que a instalação deve ser capaz de executar conforme listado a seguir:

1. Rotação de estrutura para esquerda e direita.
2. Abertura e fechamento do chapéu.
3. Fitas sensíveis ao toque.
4. Iluminação (fitas de LEDs, matriz de LEDs, mastro).
5. Saída multimídia (som, projeção).

Cada funcionalidade foi implementada numa primeira versão do sistema e passou por um rigoroso processo de testes para garantir que a instalação funcionaria conforme o esperado. Para a execução dos testes, pesquisadores da equipe de pesquisa do projeto fizeram várias visitas técnicas à empresa LedsLife (espaço onde inicialmente foi montada a instalação), e ao museu (espaço para experimentar com a instalação). Além disso, foi realizada a certificação da instalação para garantir níveis aceitáveis de segurança elétrica para sua experimentação com pessoas. Nas seções seguintes apresentaremos cada uma das funcionalidades e o sistema computacional.

3.1 Rotacionar estrutura para esquerda e direita

No modelo em pequena escala a rotação da estrutura acontece sobre uma base giratória apoiada no chão, no entanto para a estrutura em escala humana foi construído um módulo de rotação a ser fixado no teto. Esse módulo de rotação encontra-se acoplado com o mastro da estrutura que apoia seu peso no chão. Construir uma base giratória como desenhada na maquete teria um alto custo, de modo que construir um módulo de rotação fixado no teto foi uma opção mais viável.

O módulo de rotação da estrutura eletromecânica contém um conjunto de 8 motores DC 3-6v com caixa de redução e rodas padrão para robótica (Figura 6a). Além disso, foi usado um pneu inflável de borracha, com raio de 15cm contendo o conector elétrico giratório acoplado em seu centro para o encaixe do mastro da estrutura (Figura 6b). Os 8 motores estão conectados a 2 drivers Ponte H L298N e são alimentados por uma fonte de alimentação de 12V/6A e um módulo StepDown que converte a saída em voltagem regulável para ajuste da potência dos motores, enquanto que o sinal de controle da velocidade e direção de rotação é recebida do Raspberry Pi que hospeda o sistema. A fixação do módulo de rotação no teto pode aproveitar a furação já existente em uma caixa de instalação de ponto de luz, ou utilizar outra furação para melhor adaptação.

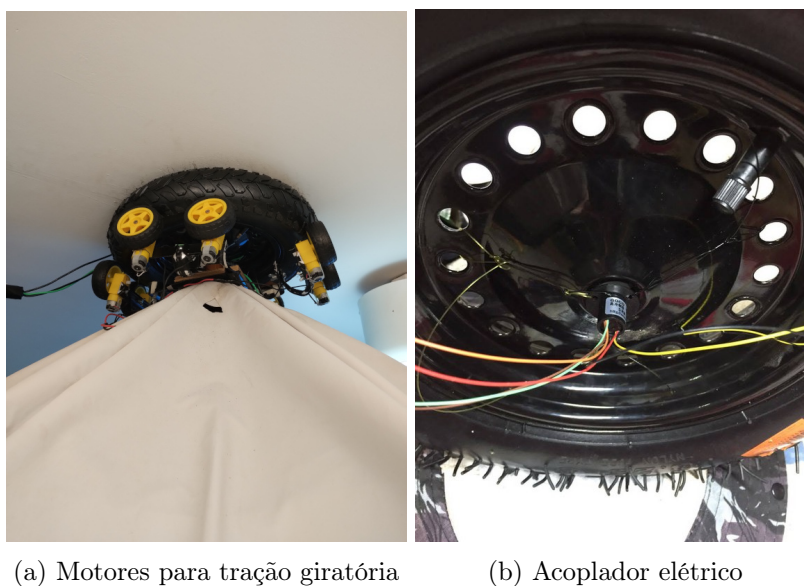


Figura 6: Módulo Giratório

3.2 Abertura e fechamento do chapéu

A instalação contém um chapéu superior que possui affordances de ser aberta e fechada como um guarda-sol. Assim, a funcionalidade de abertura e fechamento do chapéu foi implementada na instalação em escala humana que não foi implementada na maquete interativa. Para isso foram usados um conjunto de 4 motores DC 3-6v com caixa de redução dispostos em linha e 4 polias de nylon, conectados a um ponte H L289N e alimentados pela mesma fonte de alimentação de 12V/6A usada para alimentar o módulo de rotação (Figura 7). Como vários dos equipamentos estão localizados sob o chapéu da instalação, foi implementada apenas uma abertura e fechamento parcial, controlando o curso de abertura e fechamento por meio de sensores de fim de curso.



Figura 7: Conjunto de 4 motores com redução acoplados em linha com o carretel que traciona o fio, conduzido entre as 4 polias para abertura e fechamento do chapéu.

3.3 Fitas sensíveis ao toque

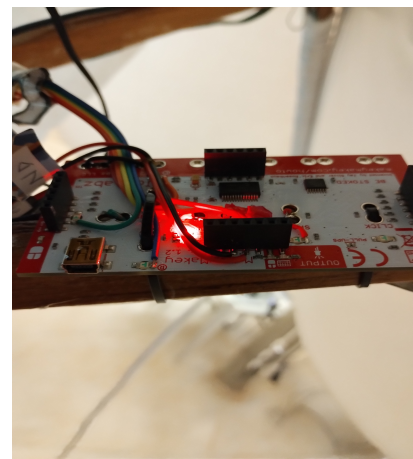
O modelo em escala humana possui 5 fitas sensíveis ao toque, em comparação com as 3 fitas da maquete. Na maquete são usados 3 sensores de toque Capacitive Touch Button (TTP223) com fitas de cobre que servem como uma extensão do sensor. Tentou-se usar o mesmo sensor na instalação em escala humana mas os dados coletados pelos sensores eram instáveis, apresentando falsos positivos e falsos negativos. Depois de verificar que os sensores não funcionaram como esperado devido a interferências eletromagnéticas, decidiu-se utilizar o dispositivo *Makey-Makey* que pode transformar objetos em botões touch, mas foi necessário adaptar o dispositivo para poder conectar-se com as 5 fitas. Cada fita de LEDs está revestida com um tecido que usa fio de costura condutor para realizar a ligação eletrônica com o dispositivo como ilustrado na Figura 8.



(a) Fita de LEDs



(b) Fio de costura condutor



(c) Dispositivo *Makey-Makey*

Figura 8: Fitas luminosas sensíveis ao toque.

3.4 Iluminação

No modelo em pequena escala o sistema de iluminação limitou-se a o uso de 3 LEDs que funcionam de acordo com o design de interação definido para a instalação. Esses componentes eletrônicos encontram-se localizados sob o chapéu da maquete e emitem apenas luz vermelha e azul. No modelo em escala real o sistema de iluminação tornou-se mais complexo e atualmente está composto por um total de 766 LEDs do modelo WS2812b. O total de LEDs encontram-se conectados em série e distribuídos entre as 5 fitas sensíveis ao toque com 90 LEDs cada, a matriz de 256 LEDs de 8 linhas e 32 colunas, e o mastro da estrutura (caule) que possui 60 LEDs (Figura 9). As fitas de LEDs modelo WS2812b permitem que cada LED seja controlado individualmente como um pixel RGB, o que possibilitou controlar a cor e o brilho de cada um. Ademais, foi necessário usar uma fonte de alimentação comutada de 5V/26A para fornecer corrente suficiente para ligar todos os LEDs.



Figura 9: Iluminação do InstInt

3.5 Saída multimídia

Desde que a instalação foi concebida, a ideia era associar as fitas sensíveis ao toque a instrumentos musicais para que a música tocando ao fundo se alterasse de acordo com esses inputs, criando uma composição sonora única. Para tanto, um dos autores da maquete interativa adaptou a música “Circo”, d’As Irmãs da Providência [8], buscando ressaltar sua sonoridade circense. A partir da sonoridade da música, foi construída uma versão sonora que tinha três instrumentos “acionáveis”: o Órgão, o clavinete e a flauta. Essa versão sonora foi implantada nas funcionalidades da maquete interativa e cada fita aciona o som de um instrumento musical específico. Na instalação em tamanho real foi necessário adicionar dois instrumentos musicais para poder interagir com a instalação, o baixo e a bateria. Assim, o InstInt possui um caixa de som para a reprodução dos efeitos sonoros e um projetor para projeção de imagens ou animações no chão.

3.6 O computador central

Na instalação em escala humana decidiu-se utilizar um Raspberry Pi 4 modelo B como computador central para hospedar o sistema de controle dos componentes eletrônicos conectados à instalação, ao contrário da maquete que usou um microcontrolador ESP8266 NodeMCU 1.0. O Raspberry Pi 4 possui uma linha de 40 pinos GPIO (General-Purpose Input/Output) na sua placa, e está configurado para permitir o desenvolvimento de programas para controlar os pinos GPIO na linguagem

Python. A tarefa de programação para controlar os pinos GPIO foi simplificada com o uso da biblioteca GPIO Zero que vem pré-instalada no Raspberry Pi OS, um sistema operacional gratuito baseado no Debian, otimizado para o hardware Raspberry Pi.

Deste modo, o sistema de controle do InstInt foi programado usando a linguagem Python junto com bibliotecas que permitiram o controle dos motores, dos LEDs, as fitas sensíveis ao toque, e outros sensores, por meio do uso dos pinos GPIO (Figura 10). Além disso, o Raspberry Pi 4 possui uma porta de saída HDMI para conectar-se com o projetor, e uma porta de áudio padrão para conectar-se com o alto-falante para reproduzir sons.

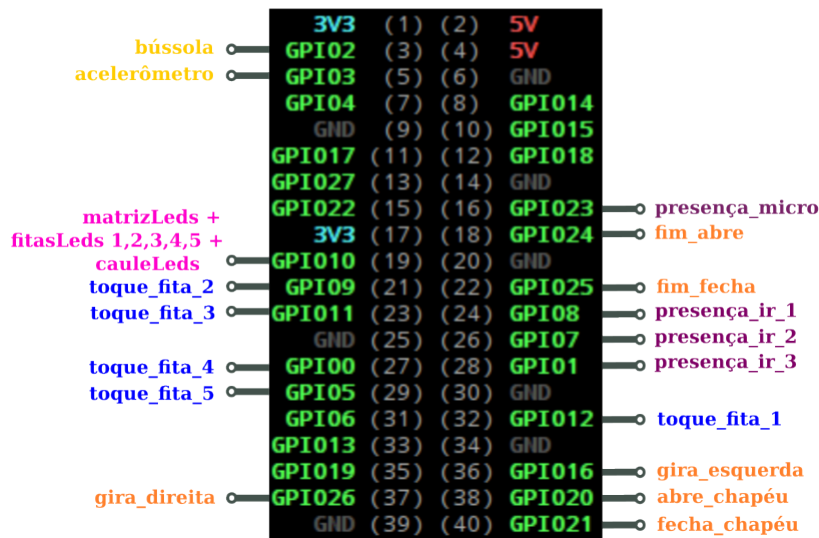


Figura 10: Indicação das conexões no conector de 40 vias do GPIO do Raspberry Pi 4

A Tabela 1 sumariza as bibliotecas utilizadas no desenvolvimento do Sistema de Controle InstInt.

Tabela 1: Lista de bibliotecas utilizadas.

Biblioteca	Linguagem	Propósito
GPIO Zero [1]	Python	Para o controle de dispositivos GPIO (general-purpose input/output).
NeoPixel [2]	Python	Para o controle de fitas LEDs WS2812b.
Pydub [3]	Python	Para reprodução e manipulação de segmentos de áudio.

4 Conclusão

A instalação socioenativa InstInt, desde sua concepção como uma maquete interativa em pequena escala, é uma contribuição original do Projeto de Sistemas Socioenativos. Seu potencial, no entanto, passou a ser realizável por meio de sua reconstrução em escala humana envolvendo diversas soluções criadas sob medida para movimentar a estrutura, interagir por meio do toque de fitas luminosas, entre outras funcionalidades.

O InstInt em escala real representa uma substancial contribuição para o projeto de Sistemas Socioenativos porque possibilita estudar o fenômeno socioenativo em cenários de experimentação com pessoas, e validar ideias propostas ao longo do Projeto, com a coleta de dados e potenciais contribuições originais sobre novas dimensões no design da interação mediada por tecnologias da informação e comunicação.

4.1 Trabalhos Futuros

A primeira oficina de experimentação do InstInt foi realizada no Museu Exploratório de Ciências da Unicamp com a participação de 9 crianças entre 6 e 13 anos acompanhadas de seus pais. Dados coletados da oficina de experimentação estão sendo preparados e analisados pela equipe de pesquisa do projeto, em continuidade dessa iniciativa de pesquisa. Em termos computacionais, novos efeitos luminosos e sonoros podem ser programados, assim como novas entradas de interação como sensores fisiológicos e vestíveis podem ser exploradas em futuras versões do sistema.

Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado financeiramente pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por meio dos processos #2015/16528-0, e #2020/04242-2, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) por meio do processo #304708/2020-8. Também gostaríamos de agradecer aos alunos Caluã de Lacerda Pataca, Eldrey Seolin Galindo, Gabriela Akemi Shima, Gustavo Cesar Nunes e Yusseli Lizeth Méndez Mendoza que são coautores da maquete interativa. As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

Referências

- [1] Gpiozero. <https://gpiozero.readthedocs.io/en/stable/>. Accessed: 31-03-2023.
- [2] Neopixels. <https://learn.adafruit.com/neopixels-on-raspberry-pi>. Accessed: 31-03-2023.
- [3] Pydub. <https://github.com/jiaaro/pydub>. Accessed: 31-03-2023.
- [4] BARANAUSKAS, M. C. C. Social awareness in hci. *interactions* 21, 4 (July 2014), 66–69.
- [5] BARANAUSKAS, M. C. C., DUARTE, E. F., AND VALENTE, J. A. Socioenactive interaction: Addressing intersubjectivity in ubiquitous design scenarios. *International Journal of Human-Computer Interaction* 0, 0 (2023), 1–16.

- [6] BARANAUSKAS, M. C. C., MENDOZA, Y. L. M., AND DUARTE, E. F. Designing for a socioenactive experience: A case study in an educational workshop on deep time. *International Journal of Child-Computer Interaction* 29 (2021), 100287.
- [7] DUARTE, E. F., GONÇALVES, F. M., AND BARANAUSKAS, M. C. C. Instint: Enacting a small-scale interactive installation through co-design. In *Proceedings of the 30th Australian Conference on Computer-Human Interaction* (New York, NY, USA, 2018), ACM, pp. 338–348.
- [8] PATACA, C., WILLIAMS, P., AND DA PROVIDÊNCIA, T. I. Circo. <http://www.asirmasdaprovidencia.com.br/letras.php#circo>. Accessed: 31-03-2023.
- [9] VARELA, F., THOMPSON, E., AND ROSCH, E. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. Cognitive science: Philosophy, psychology. MIT Press, 1993.