



PROTÓTIPO ROBÓTICO COMO RECURSO DIDÁTICO PARA DEMONSTRAÇÃO DO IMPULSO NERVOSO

Lunna Bonafé

Universidade Federal de Itajubá, *bonafelunna@gmail.com*

Wuinny Gusmão Rosa

Universidade Federal de Itajubá, *gusmaowuinny@gmail.com*

Larissa Maria de Osório Mello

Universidade Federal de Itajubá, *d2022000082@unifei.edu.br*

Marcela Rodrigues Giffoni

Universidade Federal de Itajubá, *marcelagiffoni03@gmail.com*

Victor Fogaça de Souza

Universidade Federal de Itajubá, *victorfogaca@unifei.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

O ensino de conteúdos de ciências, sobretudo aqueles que envolvem processos de difícil visualização, como a transmissão do impulso nervoso, apresenta desafios significativos no contexto da Educação Básica. Muitos estudantes demonstram dificuldade em compreender como os estímulos sensoriais são convertidos em respostas motoras, o que pode ser atribuído ao caráter abstrato dos conteúdos envolvidos.

Silva, *et al* (2017) ressaltam a necessidade de adotar novas estratégias didáticas que tornem a neuroanatomia mais concreta e significativa. Nesse contexto, recursos visuais interativos podem aumentar a compreensão e o engajamento estudantil.

A proposta descrita neste trabalho, desenvolvida na disciplina de Instrumentação para o Ensino de Ciências, consiste na construção de uma maquete interativa com protótipo funcional. Este simula o funcionamento do sistema nervoso desde a propagação do impulso nervoso até a resposta motora, com o objetivo de promover aprendizagem prática e lúdica. Essa abordagem busca integrar o ensino de conceitos científicos com a problematização de temas de relevância social, alinhando-se ao enfoque Ciência Tecnologia e Sociedade (CTS) proposto por Auler (2007), que enfatiza a articulação entre ciência, tecnologia e sociedade como elementos centrais na educação científica.

Assim, a robótica educacional tem se mostrado eficaz para o desenvolvimento do pensamento científico e interdisciplinar, uma vez que proporciona aos alunos o despertar do raciocínio lógico, a criatividade, a autonomia no aprendizado e a compreensão prática de conceitos teóricos (Guedes *et al.*, 2013).

2. DESENVOLVIMENTO

O protótipo da mão robótica foi desenvolvido com o objetivo de simular a resposta motora humana. A estrutura foi impressa em 3D em uma única peça utilizando filamento PLA, sem a necessidade de suportes, o que facilita o processo de fabricação e reduz custos (Figura 1). Após a impressão, foram fixados quatro elementos elásticos na parte posterior dos dedos (exceto no polegar) para garantir o retorno à posição de extensão. Linhas de monofilamento, passadas por canais internos da ponta dos dedos até



a base da mão, formam o sistema de tração responsável pela flexão digital. Quando acionado, o motor de passo gira 180°, provocando o fechamento dos dedos em 24 etapas de 7,5° cada, simulando o movimento de flexão. Após 5 segundos, o motor retorna, abrindo a mão e representando o relaxamento muscular.



Figura 01: Mão robótica aberta.

Fonte: Hank Dietz (2013).

O sistema de LEDs foi projetado para simular a transmissão do impulso nervoso. Utilizando a técnica de Charlieplexing (ALLEN, 2003), é possível controlar 12 LEDs com apenas 4 pinos do Arduino Nano (ATmega328P), otimizando o uso de pinos e reduzindo a quantidade de componentes necessários. Cada LED acende quando um pino está em nível HIGH, outro em nível LOW e os demais em alta impedância. Ao final da sequência de LEDs, o motor de passo é acionado para representar a resposta motora. A programação foi realizada em C++, permitindo o controle preciso dos LEDs e do motor (Figura 2).

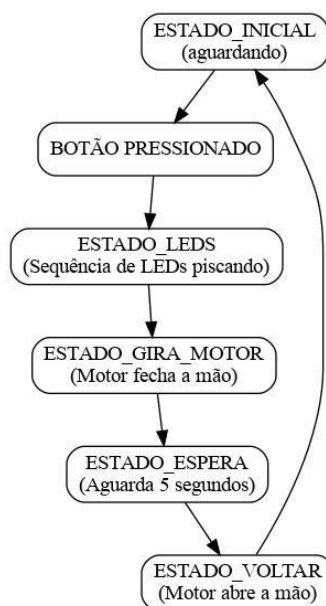


Figura 02: Funcionamento do sistema.

Fonte: Autoria própria (2025).

2.1 MATERIAIS UTILIZADOS

- Microcontrolador(Arduino Nano V3.0 com cabo USB);
- 12 LEDs (5mm alto brilho);
- Motor de Passo + Driver (5V unipolar (motor: sucata, driver: ULN2003A));



- Botão (Chave tátil 12x12mm 4 pinos);
- Resistores (100Ω);
- Fonte (12V 2A tipo roteador);
- Protoboard/PCB (PCB ilhada 5x7cm);
- 5 metros Fios/Jumpers (Fio na Antenna1);
- Impressão 3D (Mão + base + espaçadores - PLA preto)ccx;
- 4 Elásticos (elástico de dinheiro);
- 1 metro de Linha de Pesca e Linha encerada;
- Papel color set/papel cartão/cartolina nas cores azul, marrom, rosa e branco;
- Bastão e pistola de cola quente;
- Marcadores permanentes (preto e azul).

2.2 CONFECÇÃO DA MAQUETE

O procedimento envolveu inicialmente o desenho do contorno do corpo humano sobre uma placa de isopor com caneta permanente, seguido da aplicação de cola quente para fixar sobre essa base uma prancha equipada com uma mão tridimensional, um motor na face posterior, fios de LED, uma placa controladora Arduino e um botão de acionamento. Em continuidade, foram delineadas, recortadas e posicionadas estruturas do sistema nervoso incluindo cérebro, medula espinhal, bainha de mielina, corpo celular, dendritos e terminais axonais entre os LEDs e em outras áreas selecionadas, com um destaque visual azul aplicado com canetinha para realçar o axônio revestido pela bainha de mielina. As células musculares foram então inseridas tanto sobre quanto no interior do desenho da mão, simbolizando o tecido muscular, e um retângulo de EVA branco foi colado abaixo da mão robótica para enfatizar seu movimento. Por fim, elaborou-se uma representação adicional do corpo humano desenhada em papel marrom, recortada e colada sobre cartolina branca; paralelamente, em outra cartolina, foram desenhados o corpo e seus nervos em azul, aos quais se anexaram o cérebro e a medula espinhal recortados. Essas duas representações foram então divididas ao meio e fixadas lateralmente à placa de isopor, de modo que a silhueta em papel marrom se sobrepôs à camada nervosa, criando um efeito tridimensional coerente e visualmente notável.

3. CONSIDERAÇÕES

Embora o protótipo ainda não tenha sido aplicado em sala de aula, ele apresenta-se como um recurso didático promissor, capaz de favorecer a consolidação conceitual e uma aprendizagem mais significativa em temas complexos como a transmissão do impulso nervoso. Como próxima etapa, recomenda-se planejar um ensaio piloto, aplicável em diferentes contextos escolares. Este estudo experimental pode incorporar instrumentos quantitativos e qualitativos como pré e pós-testes, observações em sala, entrevistas com estudantes e autorrelatos para aferir o grau de compreensão, engajamento e retenção de conhecimento ao longo do tempo. Essa abordagem permitirá identificar pontos fortes e limitações do protótipo, orientando refinamentos para sua adoção pedagógica efetiva.

REFERÊNCIAS



ALLEN, Charles M. **Charlieplexing – Reduced Pin-Count LED Display Multiplexing**. Maxim Integrated, 2003. Application Note.

AULER, Décio. **Enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro**. Ciência & Ensino, v. 1, número especial, 2007.

DIETZ, Hank. **Prosthetic/Robotic Hand Printable As an Assembled Unit Without Supports**. Instructables, 2013. Disponível em:

<https://www.instructables.com/ProstheticRobotic-Hand-Printable-As-An-Assembled-U/>. Acesso em: 10 jun. 2025.

GUEDES, Anibal Lopes; GUEDES, Fernanda Lopes; CASTRO, Tatiana Brocardo. **Perspectivas do uso da robótica educativa na educação infantil e no ensino fundamental**. In: Anais do Workshop de Informática na Escola. p. 410-414. 2013.

SILVA, A. Y; SILVA JÚNIOR, E. X. da; NERY SILVA, B. *et al.* **Confecção de modelo neuroanatômico funcional como alternativa de ensino e aprendizagem para a disciplina de neuroanatomia**. Revista Ibero Americana de Estudos em Educação, v.12, n.3, p.1674-1688, 2017.