

DESENVOLVIMENTO DE MODELO DIDÁTICO DO IMPULSO NERVOSO

Danilo Santos Oliveira
danilo2003_ifs@hotmail.com

Jefferson Marcelo Araujo Fontes
jeftemarcelo56@gmail.com

Mariana Santos Rodrigues
mari-santos-ro@hotmail.com

Cássio Vanniele Gomes Nascimento
cassiovanniele@outlook.com

Stephanie Aparecida Fontes Sacramento
stephaniefontes1004@gmail.com

Douglas Vieira Leite
douglas.leite@ifs.edu.br

Silvio Santos Lacrose Sandes
silviosanders@yahoo.com.br

Resumo – O ensino atual, principalmente nas escolas públicas, tem sofrido quanto ao processo de aprendizagem por diversos motivos, dentre eles o uso excessivo do livro didático sem interação alguma com algo próximo do ideal. Foi pensando nessa problemática que esse projeto foi feito, com o intuito de ilustrar como o impulso nervoso ocorre em todas suas etapas e auxiliar no ensino desse conteúdo. Todo o projeto foi feito com materiais de fácil acesso, na parte estética foi utilizada madeira MDF, tinta spray e de tecido, biscuit e PLA para a mão, na parte elétrica e da programação foi utilizado um Arduino, LEDs, LDR, uma lanterna, uma protoboard, fios para conexão, solda, motores de passo e um conector bluetooth. Como resultado foi produzido um modelo que mostra o funcionamento de um neurônio ao ser estimulado, bem como quando ocorre a utilização de anestésicos.

Palavras-Chave: Robótica, Biologia, Sistema Nervoso, Arduino.

INTRODUÇÃO

O ensino da biologia na área do ensino fundamental e médio encontra-se defasado, pois no método de ensino o livro didático é super utilizado, prendendo o aluno somente em textos e ilustrações, raramente se é utilizado de laboratórios ou outras ferramentas alternativas. Pensando em uma alternativa para essa

problemática planejamos e produzimos nossa pesquisa, o modelo didático de um neurônio, especificamente um modelo que simula o potencial de ação.

O potencial de ação é um fenômeno que se inicia no sistema nervoso, precisamente na célula nervosa, toda célula nervosa tem uma estrutura formada por corpo celular lá se localizam o núcleo e organelas e desse corpo celular se formam ramificações que são chamadas de dendritos, os dendritos são prolongamentos finos que são responsáveis pela captação dos estímulos externos e/ou de outras células. A célula nervosa também tem outra ramificação chamada de axônio, que é um outro tipo de prolongamento fino, mas ele tem o trabalho de transmitir o impulso nervoso através de um evento chamado de potencial de ação. O potencial de ação acontece quando um estímulo é captado, a célula nervosa que inicialmente está em repouso (numa voltagem de -70mV) é alterada pelo estímulo e então os canais de Na^+ que estavam fechados se abrem, logo acontece um acúmulo de sódio na célula e com esse acúmulo ela entra numa voltagem de $+30\text{mV}$ e com esse pico na voltagem os canais de potássio rapidamente se abrem, fazendo com que a repolarização da célula aconteça e ela volte ao seu estado natural.

Nosso modelo didático tem como objetivo ilustrar justamente toda essa operação e se provar efetivo para o meio educacional, ele

foi todo confeccionado com materiais de fácil acesso, em sua grande parte materiais elétricos, queremos mostrar com esse projeto que com algo “simples” é possível melhorar a qualidade de ensino de forma significativa.

MATERIAL E MÉTODOS

Construção da base física

Nosso protótipo utilizou como base o PLA, que foi impresso no formato que precisávamos com o uso de uma impressora 3D depois de ser projeto no software *SolidWorks*, porém o PLA é extremamente sensível ao calor, o que impossibilitou o uso do ferro de solda, que é uma ferramenta essencial pra montagem dos circuitos, por causa disso resolvemos substituir o ácido polilático pelo MDF. Também imprimimos uma mão 3D em PLA que foi utilizada no modelo final. Essas mudanças possibilitaram a modificação de outras partes do modelo também, além de conseguirmos incrementar outros itens. Começamos a estruturação do projeto com uma placa de MDF com as medidas de 160x50 cm; recortamos desta placa seis retângulos com as seguintes dimensões: um de 60x30 cm, um de 59x29 cm, dois de 60x7 cm, um de 30x7 cm e um de 30x6 cm. Usando o retângulo de 60x30 cm como base colamos com o auxílio da cola quente os retângulos de 60x7 cm, 30x7 cm e 30x6 cm nele, ficando parecido com uma “caixa” aberta. O retângulo de 59x29 cm serviu como nossa tampa, precisávamos que ela fosse removível ou movível para podermos mexer na fiação, isso foi resolvido colando dois pedaços de calha de 60 cm em cada extremidade das placas de 60x7 cm e um outro pedaço de calha de 30 cm na placa de 30x7 cm, tomando o cuidado de arredondar bem as pontas pra que elas ficassem bem ajustadas, depois das calhas terem sido postas foi só encaixar a placa de 59x29 cm e a nossa caixa estava pronta. Por questões de estética e segurança plotamos as laterais e a tampa com papel contact preto.

Já com a nossa base pronta, agora precisávamos fazer alterações pra gerar a semelhança física de um neurônio e também para que a caixa conseguisse comportar todos os materiais do modelo. Para a parte estética utilizamos de tinta spray de três cores diferentes para deixar nossa caixa com uma cor mais viva (Figura 1). Após pintar a parte superficial da caixa destacamos os canais das moléculas de potássio com tinta de tecido para facilitar o entedimento, após isso começamos a confeccionar os canais proteicos e as portas de sódio e potássio, para essa etapa cortamos pequenas peças a partir de uma placa de plástico grosso de 25x10 cm, e, com o auxílio do ferro de solda e da lima fizemos o acabamento delas e também aproveitamos para já confeccionar o encaixe dos motores das portas de sódio e potássio. O próximo passo foi fazer os fosfolípidios, eles foram feitos com massa de biscoito e tingidos com a outra tinta de tecido que tínhamos, moldamos eles de forma manual pro formato desejado e deixamos descansar por 48 horas para eles ficarem resistentes, enquanto eles secavam começamos a passar os fios pela articulação da mão por um buraco feito com uma chave de fenda aquecida, esses fios foram necessários para a ligação do *touch* com a mão. Depois de ter passado os fios colamos as peças do dedo da mão com cola instantânea na placa de madeira e por último fizemos os buracos na caixa com uma furadeira, quatro na parte de cima da caixa para a passagem do eixo do motor de passo, sendo que cada um desses quatro tinham distância de 10 cm entre cada um e as extremidades, fizemos outro furo para que passassem os fios da mão e fizemos outro para o cabo de conexão do Arduino. Para os furos dos LEDs fizemos o primeiro a 8 cm da extremidade vertical e 5 cm da extremidade horizontal, paralelos a este fizemos mais sete furos, com intervalos de 6 cm entre cada e repetimos esse mesmo processo de furo no outro lado da caixa e depois de todos esses processos conseguimos terminar toda a parte estética (Figura 2).

Elétrica

Com toda a base estruturada, colamos os LEDs nos buracos feitos anteriormente, totalizando 16 LEDs bicolores (Nas cores vermelho e amarelo, importantes para demonstrar a passagem dos nutrientes nos canais), depois de colados soldamos 1 resistor no neutro de cada LED, pois sem os resistores, os LEDs provavelmente queimariam por conta da corrente alta, sendo que cada resistor possuía 150 Ohms, depois disso conectamos todos os resistores em conectores do tipo *sindal*. Os conectores nos fizeram gastar pouco tempo soldando e nos previniu de ressoldar os componentes por conta de solda mal feita, com isso resolvido fomos fazer a conexão de todos os neutros dos LEDs porque o *Arduino* só tem uma entrada *gnd* (Ground / Terra). Com os neutros conectados ao *gnd* aproveitamos as conexões do conector *sindal* e utilizamos de jumpers para ligar cada cor dos LEDs a uma entrada digital do Arduino, para assim termos total controle de que cor o LED irá apresentar e quando ele começará e terminará de operar. Para finalizar a parte da elétrica, utilizamos os jumpers e conectamos ao touch que estava encaixado na nossa mão 3D, adicionamos o módulo bluetooth também a com a ajuda de jumpers (Figura 3) e acrescentamos a nova função do modelo que seria como o sistema neural reage a uma anestesia. Construímos isso com a ajuda de jumpers, LDR (Light Dependant Resistor ou Resistor Dependente de Luz), uma lanterna e uma seringa, tudo foi feito da seguinte forma, o jumper do sinal touch passa pelo LDR antes de chegar no Arduino, a seringa serve para desativar a lanterna (simulando que a anestesia foi injetada), neste momento o neurônio está agindo como se estivesse anestesiado, quando a seringa é utilizada novamente a lanterna liga e o neurônio volta ao seu estado natural.

Programação

A programação feita pelo Arduino usou C++ como base. Com a programação controlamos o quanto o eixo do motor irá girar, como e quando os LEDs vão acender, como o touch vai controlar o circuito e como ocorrerá o gerenciamento do bluetooth. Nossa programação gira em torno de duas variáveis: Touch e Bluetooth (Figura 4 e 5), e de duas configurações menores que são o comando binário dos LEDs e o controle dos passos dos motores. Na variável touch configuramos para que quando o touch for pressionado ele envia um sinal para o Arduino, quando ele detecta esse sinal inicia a liberação de carga elétrica para os LEDs e motores, seguindo a ordem que está na programação, que no caso seria inverter as colorações dos LEDs de um ponto e abrir os motores desse mesmo ponto e depois revertendo os LEDs e fechando os motores assim que os próximos LEDs vão acendendo, formando uma espécie de onda. Já no bluetooth, com o módulo que instalamos no circuito conseguimos controlar o modelo didático por nossos celulares com um aplicativo chamado “*Arduino Blue Control*”, dentro desse app você insere funções em 6 botões diferentes, cada um com a sua função. Quando pressionamos determinado botão o app manda a informação pro módulo bluetooth que envia a informação para o Arduino, o Arduino detecta qual botão foi pressionado e ativa a função desse botão. Um exemplo seria o botão 1, que quando pressionado ativa todos os LEDs para a sua cor padrão. Os outros 5 botões seguem a sequência lógica do touch, dessa forma conseguimos controlar e explicar com calma, já que o controle está em nossas mãos.

Lista de materiais

Como foram muitos os materiais utilizados, achamos que seria melhor colocar todos os materiais em tabelas, sumarizadas por seu tópico específico de uso, todas as tabelas estão no final do artigo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de modelos didáticos para o ensino de fisiologia neural é de extrema importância para o processo de ensino-aprendizagem. Ao se propor desenvolver um modelo que permite ao professor facilitar a compreensão do conteúdo de impulso nervoso, espera-se conseguir melhorar significativamente o aprendizado dos alunos.

A transmissão do impulso nervoso é considerada um dos temas mais difíceis pelos estudantes, independente de ser em nível básico ou superior. Ao se permitir a visualização dos eventos que ocorrem durante o potencial de ação, com o protótipo desenvolvido nesse projeto, torna-se um assunto que normalmente é meramente teórico em conteúdo prático. A produção em si do modelo didático do impulso nervoso fez com que toda a equipe envolvida no processo pesquisasse de forma mais aprofundada sobre o tema, para que o dominasse e desenvolve toda a circuitaria.

De maneira mais aprofundada, compreender que o processo de despolarização pode ser inibido por anestésicos locais, permite que os discentes desenvolvam habilidades educacionais por meio da metodologia ativa. A fuga da aula tradicional, que é uma repetição centenária e forçada do ensino focado no professor, invés do que seria lógico, o aluno, refaz todo o processo de aprendizagem.

Assim, entende-se que a utilização de novos métodos de ensino, focados no aluno, trazendo o mesmo para o processo de construção do conhecimento, eleva por demais o nível educacional dos atores envolvidos neste processo. Como limitação do nosso trabalho, citamos a necessidade de submissão de questionário avaliativo a uma amostra de alunos distribuída de modo aleatório. Assim, é possível tentar determinar evidências científicas que comprovem ou neguem a melhoria do aprendizado quando se utiliza protótipos neuronais em sala de aula.

CONCLUSÕES

O nosso projeto contribuiu com um valor indescritível para a educação básica, como um método de ensino alternativo de baixo valor orçamental que pode ser replicado pra ser utilizado por outros professores como também uma inspiração para projetos semelhantes, que busquem facilitar o método de ensino em geral, buscando sempre unir a simplicidade com áreas que crescem cada vez mais a cada dia, como a robótica.

REFERÊNCIAS

MATERIAIS:

PARTE ESTÉTICA:

Uma placa de MDF 160x50cm	Três cores diferentes de tinta spray	Uma placa de plástico grosso 25x10cm	Refis de cola quente
Uma calha pequena de plástico de 150cm	Biscuit	Duas cores de tinta de tecido	1 rolo de PLA

PARTE ELÉTRICA E PROGRAMAÇÃO:

1 Arduino MEGA	16 LEDs bicolores	1 sensor touch	1 mão 3D de PLA
1 módulo bluetooth RS232 HC-05	16 resistores de 150 ohm ¼ W	1 protoboard	Resistor LDR
Jumpers e fios	Conectores tipo Sindal	4 motores de passo	Lanterna e seringa

FERRAMENTAS

Solda	Ferro de solda	Alicate de corte	Desencapador de fio
Alicate de unha	Furadeira	Serra	Pistola de cola quente

IMAGENS E TABELAS:



Figura 1-Parte estética do modelo durante desenvolvimento.

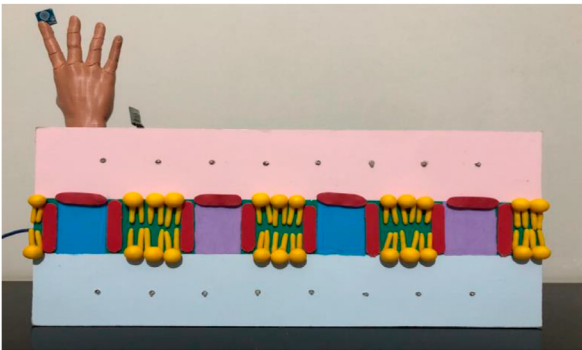


Figura 3 Parte elétrica do modelo durante produção.

```
void loop() {
  Estadotouch = digitalRead(Touch);
  x = 0;
  y = -2;
  if(Estadotouch == HIGH){
    while(x<12 && y<10){
      digitalWrite(LAC[x],LOW);
      digitalWrite(LVC[x],HIGH);
      digitalWrite(LVB[x],LOW);
      digitalWrite(LAB[x],HIGH);
      delay(1000);
      digitalWrite(LAC[y],HIGH);
      digitalWrite(LVC[y],LOW);
      digitalWrite(LVB[y],HIGH);
      digitalWrite(LAB[y],LOW);
    }
  }
}
```

Figura 4 Variável touch.

```
if(Bluetooth.available()){
  letra = Bluetooth.read();
  Serial.println(letra);

  if(letra == 'A'){
    digitalWrite(LAC[2],HIGH);
    digitalWrite(LAC[3],HIGH);
    digitalWrite(LAC[4],HIGH);
    digitalWrite(LAC[5],HIGH);
    digitalWrite(LAC[6],HIGH);
    digitalWrite(LAC[7],HIGH);
    digitalWrite(LAC[8],HIGH);
    digitalWrite(LAC[9],HIGH);

    // Ligar todos
    digitalWrite(LVB[2],HIGH);
    digitalWrite(LVB[3],HIGH);
    digitalWrite(LVB[4],HIGH);
    digitalWrite(LVB[5],HIGH);
    digitalWrite(LVB[6],HIGH);
    digitalWrite(LVB[7],HIGH);
    digitalWrite(LVB[8],HIGH);
    digitalWrite(LVB[9],HIGH);
  }
}
```

Figura 5 Um dos exemplos dos botões bluetooth, no caso o botão 1 que liga o circuito.