

PROTÓTIPO DO OLHO HUMANO: ELABORAÇÃO DE UM OLHO HUMANO DE BAIXO CUSTO

Beatriz Silva Sousa ¹
Lucas Gomes da Silva ²
Gisele Bosso de Freitas ³

RESUMO

Este estudo apresenta o desenvolvimento de um protótipo que imita a movimentação muscular de um olho humano, utilizando os conceitos de hidrodinâmica e materiais de baixo custo, reciclados e de fácil acesso. O objetivo principal é fornecer uma ferramenta educacional acessível para demonstrar que, compreendendo conceitos da física, podemos modelar os mecanismos envolvidos no movimento muscular dos olhos. A construção do protótipo utiliza materiais como palitos de churrasco, seringas, isopor e papelão, criando uma estrutura flexível e funcional que simula o movimento dos músculos elevador da pálpebra superior e do orbicular, utilizando a dinâmica dos fluidos. Este protótipo pode ser utilizado em ambientes educacionais formais ou não formais, proporcionando uma experiência prática aos alunos no estudo interdisciplinar de hidrodinâmica e anatomia ocular. Além disso, por utilizar materiais de baixo custo e reciclados, contribui para a promoção de uma educação científica inclusiva e acessível, permitindo que estudantes provenientes de diversas origens socioeconômicas tenham a oportunidade de explorar e compreender a hidrodinâmica, os processos anatômicos do corpo humano e a relação entre a física e a biologia estudada no campo da biofísica, fomentando uma aprendizagem mais ampla e significativa.

Palavras-chave: Biofísica; Hidrodinâmica; Educação científica; Anatomia ocular; Interdisciplinaridade.

¹ Graduando do Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, beatriz.sousa@uemasul.edu.br;

² Graduado pelo Curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, lucasmessilva925@gmail.com;

³ Professor orientador: Doutora em Biofísica Molecular e Professora do Centro de Ciências Exatas, Naturais e Tecnológicas da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL, giselebosso@uemasul.edu.br.

INTRODUÇÃO

O olho humano é um órgão sensorial que funciona de forma semelhante a uma câmera, ajustando a quantidade de luz que entra através da pupila e focalizando essa luz na retina com o uso de uma lente (cristalino). Está protegido pelo crânio, situado em uma cavidade óssea chamada órbita, formada pelos ossos da face. As estruturas acessórias incluem seis músculos extrínsecos, que são controlados por três nervos cranianos (Oculomotor, Troclear e Abducente) e regulam os movimentos oculares. As pálpebras e o aparelho lacrimal mantêm a superfície do olho úmida e livre de partículas por meio da secreção de lágrimas, que é estimulada pelo nervo craniano facial. A pupila, localizada no centro da íris (estrutura que determina a cor dos olhos), controla a quantidade de luz que entra no olho, ajustando seu tamanho com a contração e relaxamento de músculos lisos (Silverthorn, 2017).

Com o intuito de ilustrar esse funcionamento do olho humano, foi criado um protótipo utilizando materiais recicláveis e de baixo custo. O projeto foi desenvolvido durante a disciplina de Biofísica, no curso de Licenciatura em Física, na Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão (UEMASUL). O objetivo é criar um protótipo que imite a movimentação dos músculos responsáveis pelo controle do movimento ocular, utilizando conceitos de física, especificamente hidrodinâmica. A proposta visa fornecer uma ferramenta educacional acessível que permita aos estudantes entender, de forma prática, a aplicação dos princípios físicos no funcionamento dos músculos do olho. A educação STEM no ensino médio enfrenta desafios significativos em termos de engajamento e acesso a recursos didáticos que facilitam a compreensão de conceitos complexos. A utilização de protótipos físicos, que permitem a visualização e experimentação dos fenômenos estudados, é uma estratégia que pode potencializar a aprendizagem (Palermo, 2013). O desenvolvimento de um protótipo de olho humano que simula a movimentação muscular, utilizando os princípios da hidrodinâmica e materiais de baixo custo e reciclados, buscando promover uma educação acessível e inclusiva.

Além de ser um excelente modelo pedagógico, esse protótipo reflete o compromisso da universidade e de seus alunos em democratizar o conhecimento científico, mostrando que, mesmo com recursos limitados, é possível desenvolver iniciativas educativas inovadoras e eficazes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida com base no estudo interdisciplinar de biofísica, que abrange os princípios físicos e biológicos envolvidos na função do olho humano. Como parte da investigação, foi desenvolvido um protótipo físico do olho humano, com o objetivo de aplicar e validar os conceitos teóricos estudados. O processo de criação do protótipo envolveu a utilização de materiais específicos sendo recicláveis que permitiram simular as principais estruturas do olho, e também sendo possível utilizar de princípios físicos.

Para a confecção do protótipo, utilizamos os seguintes materiais:

- Tesoura;
- Estilete;
- Bola de isopor;
- Mangueira siliconada para aquário;
- Garrafa pet;
- Papelão;
- Seringas;
- Arame recozido liso galvanizado;
- Tinta;
- Cola quente;
- Papéis branco;
- Isopor;
- Cola isopor;
- Fibra de polietileno (vassoura).

Iniciamos com um corte na garrafa pet utilizando a tesoura (Figura 1a) para colocarmos a bola de isopor dentro para simular a esclerótica (Figura 1b), em seguida utilizamos tinta para desenhar a córnea, a íris e a pupila (Figura 1c).



Figura 1: Primeiros passos da confecção do olho humano com material reciclado. As figuras a, b e c mostram a construção do olho. Fonte: Própria, 2024.

Utilizando o papelão para fazer a pálpebra superior e inferior (Figura 2). Então, fizemos a colagem da estrutura feita de papelão no isopor, que tem como base de apoio uma garrafa pet cortada ao meio.



Figura 2: Confeção da pálpebra do olho humano com material reciclado. Fonte: Própria, 2024.

O mecanismo de movimento da pálpebra superior, que utiliza a pressão entre as seringas (princípio de Bernoulli), foi representado por duas seringas de 10mL, mangueira de aquário e água. Também foi utilizado arame recozido galvanizado para que segurasse a estrutura das pálpebras na garrafa. Finalmente montamos toda estrutura e pintamos. A seringa foi colocada na lateral da base para que fosse possível realizar a movimentação das pálpebras e colamos cerdas de vassoura para imitar os cílios. (Figura 3).

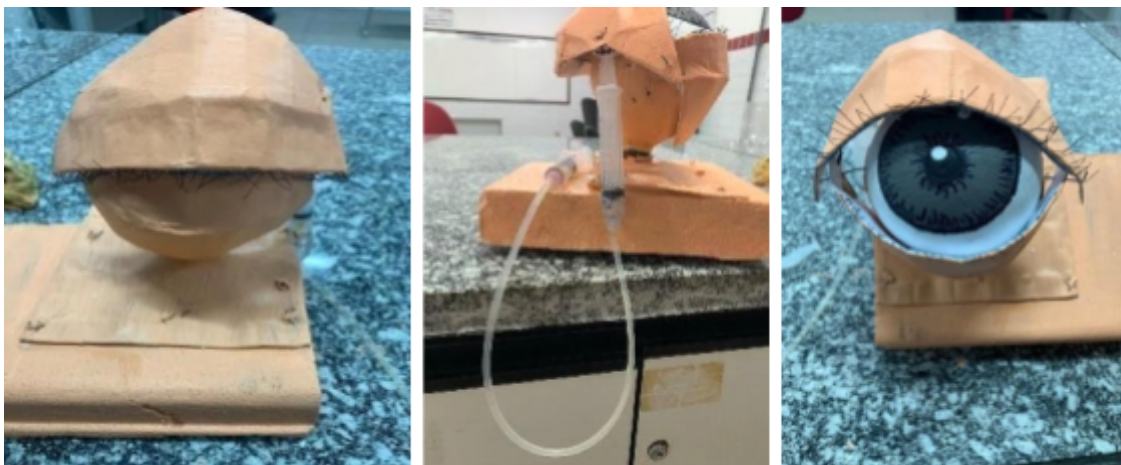


Figura 3: Montagem e finalização do olho humano com material reciclado. Fonte: Própria, 2024.

A construção do protótipo serviu como ferramenta experimental para demonstrar e compreender os mecanismos mecânicos e biológicos, permitindo uma abordagem prática dos conteúdos teóricos trabalhados ao longo da pesquisa.

REFERENCIAL TEÓRICO

No desenvolvimento do protótipo, foi abordada a complexidade do olho humano, que é composto por estruturas externas e internas fundamentais para a formação de imagens e a transmissão de sinais visuais ao cérebro. A estrutura externa do olho inclui a córnea, a íris, a pupila e a esclera. Cada uma dessas partes atua na proteção e no funcionamento do olho.

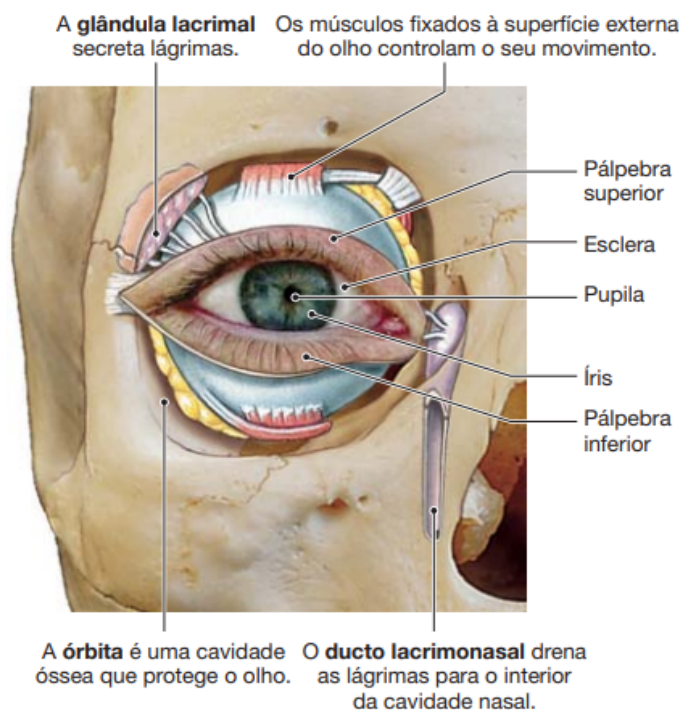


Figura 4: Anatomia externa do olho.. Fonte: Silverthorn, 2017, p. 340.

O olho também é composto por três membranas principais: a esclerótica, a coróide e a retina. A esclerótica, popularmente chamada de "bola branca", protege o globo ocular e é responsável pelos movimentos dos olhos. A coróide, além de atuar como uma câmara escura que auxilia na formação da imagem retiniana, também nutre e oxigena a parte externa da retina. Com o envelhecimento, a espessura da coróide diminui, afetando sua funcionalidade.

Na parte prática do projeto, foi utilizado o princípio da hidrodinâmica para fazer a movimentação da pálpebra em torno do olho. Hidrodinâmica é a área da mecânica dos fluidos que estuda o comportamento dos fluidos em movimento. O Teorema de

Bernoulli estabelece que em um fluido em escoamento estacionário, ou seja, constante no tempo, a soma da pressão exercida pelo fluido, com a energia cinética e a energia potencial é constante ao longo de uma linha de corrente. Esse princípio pode ser expresso pela seguinte equação:

$$P + 1/2 \rho v^2 + pgh = constante,$$

onde: P é a pressão exercida pelo fluido, ρ é a densidade do fluido, v é a velocidade do fluido em um ponto específico, g é a aceleração gravitacional e h é a altura em relação a um ponto de referência.

De acordo com o teorema, quando a velocidade do fluido aumenta, a pressão diminui, e vice-versa. Esse conceito permitiu simular o comportamento da pálpebra, pois, ao movimentar o fluido, variando a pressão, a pálpebra também se movimenta sobre o olho.

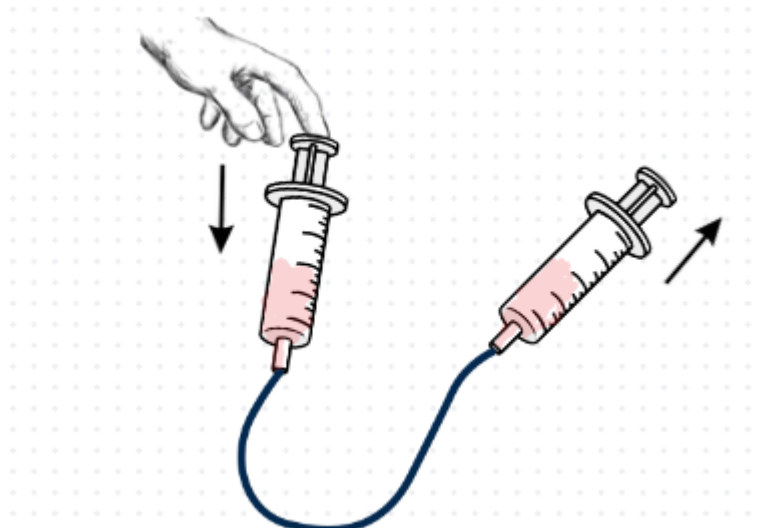


Figura 5 - Movimento das seringas através do Princípio de Bernoulli. Fonte: autoral.

O protótipo foi construído com um mecanismo capaz de movimentar a pálpebra ao redor do olho no protótipo, usando um fluido para simular a dinâmica. Esse mecanismo reproduz o movimento de fechamento e abertura do olho pela variação de pressão no fluido dentro das seringas. Esse movimento do fluido simula o piscar dos olhos, responsável por lubrificar o globo ocular com uma fina camada de líquido que contém água, muco e óleo, além de substâncias responsáveis pela defesa do olho contra infecções.

Quando a velocidade da pálpebra é maior (como no fechamento rápido), a pressão do fluido diminui, permitindo uma maior fluidez na movimentação. No entanto, ao desacelerar (ao abrir), a pressão no fluido aumenta, promovendo uma redistribuição do fluido na mangueira e dentro das seringas. Considerando a área de contato do fluido com

as paredes internas do sistema (seringas-mangeira), podemos calcular a diferença de pressão ΔP antes e após o movimento da pálpebra através de

$$\Delta P = P_i - 1/2 \rho v^2,$$

onde P_i é a pressão inicial.

Após o estudo e análise dos princípios hidrodinâmicos e da aplicação do teorema de Bernoulli, foi confeccionado o protótipo, possibilitando a observação prática e dinâmica dos conceitos teóricos abordados. Esse protótipo proporcionou uma compreensão esclarecedora das interações entre a velocidade e a pressão do fluido durante o movimento da pálpebra sobre a superfície ocular simulada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O protótipo desenvolvido demonstrou ser eficaz para a visualização e compreensão dos conceitos de hidrodinâmica aplicados ao movimento muscular dos olhos. Durante testes práticos em ambiente educacional, os alunos puderam manipular o protótipo e observar diretamente a relação entre a pressão dos fluidos nas seringas e o movimento dos "músculos" simulados. Essa experiência prática favoreceu a integração dos conceitos de Física e Biologia, permitindo uma compreensão mais profunda dos mecanismos biológicos estudados em Biofísica.

Adicionalmente, a construção com materiais reciclados e de baixo custo contribui para uma educação mais inclusiva, possibilitando que estudantes de diferentes origens socioeconômicas tivessem acesso à ferramenta. A utilização do protótipo em aulas de ciências demonstrou que recursos simples podem ser eficazes para ensinar conceitos complexos de forma acessível e significativa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O protótipo de olho humano desenvolvido neste estudo demonstrou ser um modelo educacional eficiente para o ensino de biofísica, relacionando hidrodinâmica com o movimento da pálpebra, proporcionando uma experiência de aprendizagem que une teoria e prática. Ao utilizar materiais reciclados e de baixo custo, o protótipo contribui para a democratização do acesso a recursos didáticos de qualidade, alinhando-se aos princípios de uma educação científica inclusiva. Além disso, promove uma abordagem interdisciplinar, reforçando a importância de entender a inter-relação entre os conceitos de física e os processos biológicos.

A confecção do protótipo foi elaborada de forma autoral, utilizando o conteúdo de biofísica, permitindo assim sua utilização para fins experimentais em sala de aula. A simplicidade e acessibilidade do projeto oferecem um modelo pedagógico que pode ser replicado por qualquer estudante ou professor interessado em enriquecer suas práticas pedagógicas.

Este trabalho também reforça a importância de proporcionar oportunidades iguais no campo da educação científica. Ao disponibilizar materiais que não exigem grandes investimentos, ele contribui para que todos os estudantes possam ter acesso à ciência de maneira prática e divertida. Assim, a ciência se torna cada vez mais próxima e compreensível aos alunos, fomentando a motivação e o aprendizado.

Além disso, esse tipo de iniciativa contribui para a valorização da educação como um meio de transformação social, capacitando os estudantes a entenderem o mundo ao seu redor de maneira mais profunda. Ao aprenderem na prática conceitos que antes pareciam abstratos, eles desenvolvem habilidades críticas e investigativas, ampliando seu potencial acadêmico e profissional.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão - UEMASUL pelo apoio financeiro parcial.

REFERÊNCIAS

CARDOSO, M.; SANTOS, J.; OLIVEIRA, P. **Protótipos educacionais na sala de aula: abordagens interativas**. Brasília: Editora Educação Ativa, 2019.

DURAN, R. **Dinâmica dos fluidos: conceitos e aplicações**. Rio de Janeiro: Editora Técnica, 2011.

HELENE, Otaviano. HELENE, F. André. Alguns aspectos da óptica do olho humano. **SciELO - Brasil**. São Paulo, 2011.

PALERMO, L. **Educação científica e tecnologia: estratégias didáticas para o ensino médio**. São Paulo: Editora Ciência em Foco, 2013.

PATRÍCIO, A. **Aprendizagem ativa em ambientes não formais: potencialidades e**

desafios. Belo Horizonte: Editora Conhecimento Expandido, 2019.

RAMIREZ, Z. Angel. **Conceito de Princípio/Equação de Bernoulli.** Fevereiro, São Paulo, 2024.

SILVERTHORN, Dee Unglaub. **Fisiologia humana: uma abordagem integrada.** Artmed editora, 2017.

TANAKA, S. Hugo. **Equação de Bernoulli. Todo Estudo.** Disponível em:
[https://www.todoestudo.com.br/fisica/equacao-de-bernoulli.](https://www.todoestudo.com.br/fisica/equacao-de-bernoulli)