

**FÍSICA PARA TODOS: SUPERFÍCIES MÍNIMAS¹****PHYSICS FOR ALL: MINIMUM SURFACES**

Ygor Duarte Pereira², Nelson Adelar Toniazzo³, Pedro Afonso Schmidt⁴, Juliana Meincke Eickhoff⁵, Luiz Roberto Contri Hanke⁶.

¹ Projeto de Extensão Física Para Todos.

² Aluno do curso de Engenharia Civil, bolsista PIBEX- UNIJUÍ projeto Física para Todos.

³ Professor da UNIJUÍ, coordenador do projeto Física para Todos.

⁴ Técnico do laboratório de Física da UNIJUÍ.

⁵ Aluna do curso de Arquitetura e Urbanismo, bolsista PIBEX-UNIJUÍ projeto Física para Todos.

⁶ Aluno do curso de Engenharia Elétrica, bolsista PIBEX-UNIJUÍ projeto Física para Todos.

INTRODUÇÃO

Na perspectiva de promover a difusão e a popularização da Física para todos os segmentos da sociedade (pessoas escolarizadas e não escolarizadas), o projeto de extensão universitária “Física para Todos” desenvolve suas atividades em espaços formais e não formais de educação, através de um museu interativo itinerante de Física, com exposições temporárias de curta duração. Nessas exposições, o visitante é incentivado a interagir com os experimentos, sendo desafiado a explicitar suas próprias concepções sobre o fenômeno físico observado valorizando, sobretudo, os saberes populares. As explicações de cunho científico são apresentadas na medida em que o visitante demonstra interesse pelos princípios da Física e quando outras explicações do senso comum, por ele manifestadas, se mostram demasiadamente limitadas e inconsistentes. Cada equipamento do projeto vem acompanhado de um pequeno cartaz no qual constam as informações básicas necessárias para interagir com os materiais e para realizar o experimento. Neste cartaz é geralmente lançada uma questão de desafio com o objetivo de levar o visitante a pensar, a formular ideias e a dar suas próprias respostas. Os equipamentos/experimentos que compõem o atual museu itinerante são desenvolvidos pela equipe (professores e alunos bolsistas). Para desenvolver um experimento, o ponto de partida é o princípio físico e, com base nele, procura-se materializar a ideia mediante a confecção de um equipamento protótipo e, depois de testado e avaliado, é construído o equipamento final que atenda as especificidades do projeto. Com base nesses pressupostos, descrevemos o desenvolvimento de um experimento/equipamento relacionado a superfícies mínimas.

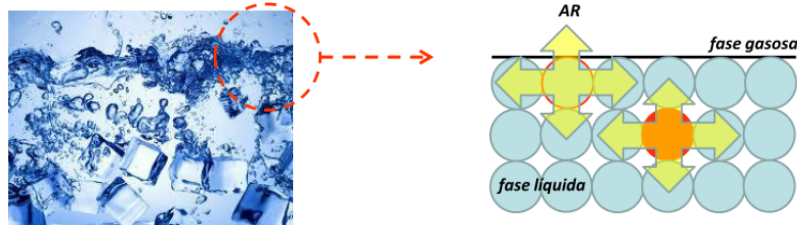


METODOLOGIA

A Física das Superfícies Mínimas

Sabemos que a matéria pode se apresentar em três fases mais conhecidas: fase sólida, líquida e gasosa. No espaço em que a composição química e as propriedades mecânicas e físicas são uniformes é chamada de fase. A fronteira física entre duas fases, uma fina camada limite com dimensão aproximada de 1 nm e que possui propriedades químicas e físicas diferentes da fase homogênea é chamada de interface. Nossa atenção será compreender a interface entre um líquido (água) e um gás (ar). As moléculas de água no interior da fase líquida sofrem interações químicas diferentes das moléculas de água na interface. No interior da fase líquida as moléculas estão rodeadas por todos os lados por moléculas semelhantes, havendo um equilíbrio das interações. Já nas moléculas da superfície, ocorrem as interações de coesão (água-água) e as de adesão (água-ar), conforme mostra a figura 1.

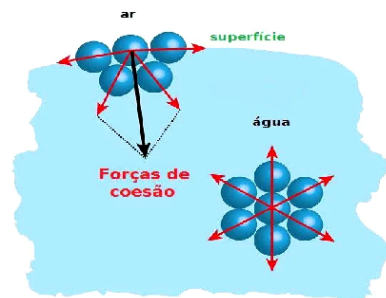
Figura 1: Interação entre a coesão e a adesão.



Fonte: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/596/o/fen_int_1.pdf

Como consequência, essas moléculas estão submetidas a uma força não nula, perpendicular à superfície livre e dirigida para o interior do material, que as mantém ligadas à substância.

Figura 2: Exemplo das forças de coesão.



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/propriedades-da-agua/>



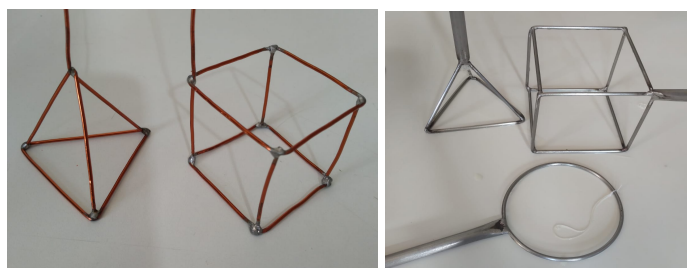
Devido a essa situação de desequilíbrio o sistema tende então a encontrar um estado de menor tensão, um estado de menor energia possível. A conta desta característica, da superfície livre de uma substância estar submetida a uma tensão, podemos associar a mesma uma energia potencial de superfície proporcional à sua área. A fim de minimizar sua própria energia potencial, a superfície de uma substância tende a diminuir, apresentando uma superfície mínima. Os valores da tensão superficial dependem da estrutura molecular da substância e da temperatura. Superfícies mínimas fazem parte do processo de vida de organismos vegetais e animais e são objeto de estudo há mais de 250 anos, e hoje têm uma vasta gama de aplicações em áreas como Química, Biologia e Arquitetura.

Os Objetos

Conforme afirmamos anteriormente, a superfície de uma substância tende a ser sempre uma superfície mínima. Assim, para um contorno fixo a superfície mínima será aquela que tiver a menor área possível. Tais superfícies, podem ser representadas fisicamente mergulhando contornos sólidos em uma mistura de água, sabão e glucose de milho. Assim, procedemos na construção de diversos contornos fixos de diferentes formas geométricas.

Um conjunto de objetos foram confeccionados em fios de cobre, sendo suas conexões soldadas com fio de estanho. Um segundo conjunto de contornos fixos são formados por um metal e soldas, semelhantes ao conjunto anterior, só que de tamanho superior. E ainda um terceiro conjunto de contornos fixos foram elaborados tendo uma base rígida e uma parte mais maleável (barbante) conforme a figura 3 a seguir:

Figura 3 : Alguns exemplos dos objetos elaborados.



Fonte: Os Autores (2022).

O líquido usado para a demonstração foi uma mistura de água, sabão líquido (detergente de louças) e glucose de milho. O detergente é um agente tensoativo ou surfactante, em reação com a água ele provoca uma diminuição da tensão superficial da água o que possibilita a

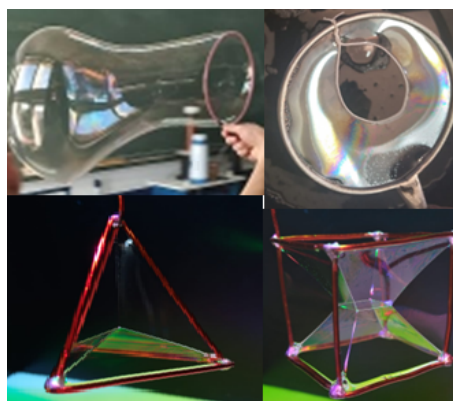


formação das superfícies nos contornos fixos. A glucose de milho formado por 80% de glicose e 20% de frutose, que são monossacarídeos ou oses. Essas substâncias possuem em sua estrutura vários grupos hidroxila e atuam como retardante da evaporação da água, assim fazendo com que a mistura não se dissolva com facilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Construído os contornos físicos descritos anteriormente, realizamos testes objetivando a formação das superfícies mínimas em cada um deles. Os contornos fixos são mergulhados na mistura colocada em um recipiente adequado e retirados. Como resultado, cada contorno apresenta uma superfície mínima, conforme a figura 4.

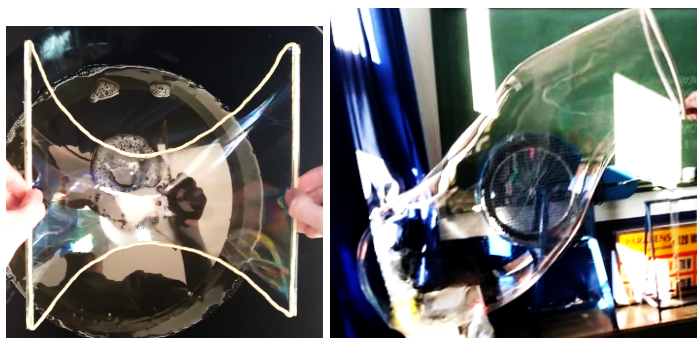
Figura 4: Superfícies mínimas formada nos contornos fixos.



Fonte: Os Autores (2022).

Ao observarmos as superfícies mínimas formadas percebe-se uma mudança de sua cor, um colorido similar às cores do arco-íris. Essa variação ocorre em razão dos fenômenos da reflexão, refração e difração da luz na superfície, conforme mostra a figura a seguir.

Figura 5: O colorido das superfícies mínimas.



Fonte: Os Autores (2022).



Os objetos construídos farão parte do acervo do projeto Física para Todos e estarão disponíveis ao público nas próximas exposições.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetos criados são de uma beleza extraordinária, e encanta qualquer um que os observe. A curiosidade do porquê isso acontece surge naturalmente e, a partir daí, elaborações e conceitos para explicar são diversos, em níveis diferentes. A construção do experimento interativo para demonstrar a formação de superfícies mínimas a partir de contornos fixos contribui de forma significativa para que o projeto Física para Todos atinja seu objetivo principal que é a difusão e a popularização da ciência.

É interessante salientar algumas dimensões pedagógicas envolvidas no processo construtivo. Para além das habilidades manuais do manuseio dos equipamentos, o aluno desenvolve um comportamento de observação e análise, de produzir e testar hipóteses, de compartilhar opiniões com os demais colegas, enfim, desenvolve outras habilidades que nem sempre são contempladas em manuais didáticos tradicionais. Superfícies mínimas é uma que pode ser abordada com uma profundidade conceitual em áreas como Química, Física, Biologia, Arquitetura, Engenharia, entre outras. Salientamos que nessa etapa não obtivemos observações e análises sobre a interação do público com o experimento, que será item a ser construído em outro momento.

Palavras-chave: Superfícies, Mínimas, Coesão, Adesão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, Yunelsy Nápoles. **Superfícies Mínimas Completas e Limitadas em R^3** . 2015. Tese de Doutorado. PUC–Rio.
- TABUTI, L.M. (2013) O Estudo de Geometria Espacial com Bolhas de Sabão. *Revista Científico Colégio Novo Tempo. Práticas Pedagógicas: Registros e Reflexões*. São Paulo: v. 2, n. 1.
- CANTO, E. (2010). Como se formam as bolhas de sabão? *Ciências Naturais*. São Paulo: n. 23, Editora Moderna.