



A MESA FLUTUANTE E O EQUILÍBRIO DE FORÇAS VETORIAIS

Categoria: Ensino Médio

Modalidade: Matemática Aplicada e/ou Inter-relação com outras disciplinas

SANTOS, Kettlin Rayssa Araujo dos; RODRIGUES, Renan; MAROSTEGA, João Sidinei

Instituição participante: Escola Estadual de Ensino Médio Yeté - Tuparendi /RS

INTRODUÇÃO

Este trabalho foi idealizado por um grupo de três alunos, Caroline Ropke Reips, Kettlin Rayssa Araujo dos Santos e Renan Rodrigues, todos do 3º ano da escola Yeté. A ideia do projeto surge a partir de uma inquietação gerada durante uma aula de matemática, quando do estudo de vetores, dentro do conteúdo números complexos. O desenvolvimento do projeto aconteceu entre os dias 10 de junho e 2 de julho de 2024, envolvendo os alunos do 3º ano da escola.

O desafio de pensar geometricamente os vetores quando do estudo de números complexos despertou a curiosidade sobre qual a aplicação prática poderia ser dada a soma vetorial. A partir disso, surgiu a ideia de encontrar maneiras empíricas, com a capacidade de demonstrar essa soma, nasceu então a proposta da mesa flutuante, uma intrigante estrutura arquitetônica que parece desafiar a lei da gravidade. Conhecida como mesa de tensegridade, ela exemplifica de forma fascinante como os princípios de tração e compressão podem ser aplicados para criar estruturas estáveis e aparentemente impossíveis.

CAMINHOS METODOLÓGICOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

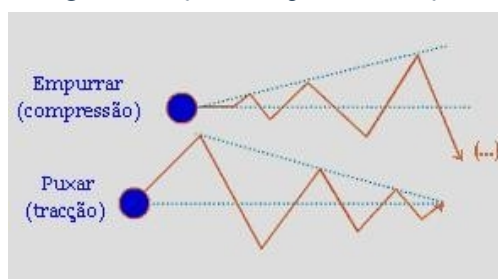


A integridade tensional ou tensegridade é um conceito fundamental em mecânica e biomecânica, caracterizado pela combinação de forças de tração e compressão que proporcionam estabilidade e resistência às estruturas. Esse princípio é evidente em estruturas biológicas e construções arquitetônicas, como as cúpulas geodésicas e as mesas de tensegridade. Este trabalho visa explorar a aplicação da tensegridade na construção de uma mesa flutuante, discutindo os princípios matemáticos e físicos envolvidos, especialmente a soma e o equilíbrio de vetores.

PRINCÍPIOS DA TENSEGRIDADE

A tensegridade baseia-se na relação de forças contrárias, onde a tração é contínua e a compressão é descontínua (o que é ilustrado pela imagem 1). Essa interação gera um sistema no qual os componentes estruturais se solidarizam, criando um equilíbrio dinâmico que aumenta a estabilidade da estrutura. Na prática, a aplicação de tensegridade pode ser observada em esculturas, cúpulas geodésicas e até em modelos biológicos de resistência celular.

Figura 1 Força de compressão e tração



fonte: mecawiki-tensegridade

As estruturas de tensegridade são conhecidas por sua eficiência no uso de materiais e por sua capacidade de criar formas complexas e leves. A interação entre os componentes tracionados e comprimidos cria uma rede de forças que se autoajusta, proporcionando uma resistência impressionante e uma flexibilidade que permite a distribuição de cargas de maneira uniforme.

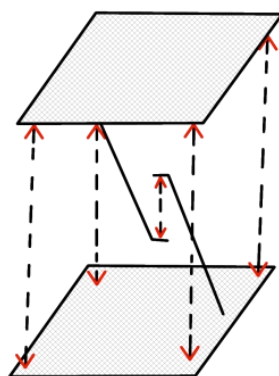
Na figura 1 observamos o movimento de empurrar uma bolinha sobre uma mesa lisa com uma ponta de lápis. A bola fugirá, rolando em direções diferentes. O ato de empurrar (compressão) é divergente. Puxar a bola por um fio a fará tender ir em sua direção. O ato de puxar (tração) é convergente.



CONSTRUÇÃO DA MESA FLUTUANTE

A mesa de tensegridade, popularmente conhecida como mesa flutuante, exemplifica a aplicação prática desses conceitos. Ela é composta por duas bases, um cabo central e cabos laterais que entram em tração, enquanto os tampos da mesa sofrem compressão (imagem 2). Essa combinação cria uma estrutura autoportante que, à primeira vista, parece desafiar a gravidade.

Figura 2 Relações entre forças na mesa flutuante.



Fonte: autor

Durante a construção da mesa, é crucial considerar as forças vetoriais em jogo. A tração nos cabos laterais e a compressão nos tampos devem ser cuidadosamente equilibradas para manter a mesa estável. Esse equilíbrio é alcançado através da soma vetorial das forças, onde a soma dos vetores de tração e compressão resulta em um vetor nulo, indicando equilíbrio estático.

Além disso, é importante considerar a seleção de materiais. Os cabos devem ser resistentes à tração, enquanto os tampos devem conseguir suportar compressão sem se deformar. A precisão na montagem é crucial para garantir que a distribuição das forças seja correta e que a mesa mantenha sua estabilidade.

SOMA E EQUILÍBRIO DE VETORES

A análise vetorial é essencial para entender o comportamento das forças em uma mesa de tensegridade. A soma de vetores é utilizada para calcular a força resultante de várias forças atuando sobre um ponto. Na construção da mesa, cada cabo exerce uma

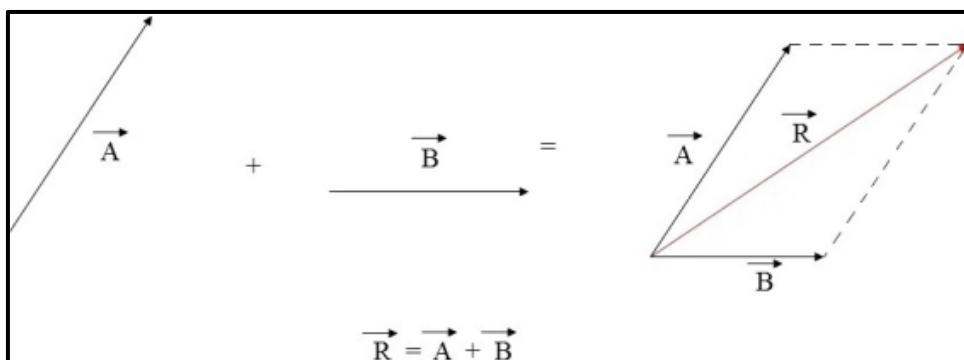


força vetorial, e a soma dessas forças deve ser zero para a mesa permanecer em equilíbrio.

REGRA DO PARALELOGRAMO

A regra do paralelogramo é uma técnica gráfica para somar dois vetores. Ela envolve a construção de um paralelogramo onde os vetores formam dois lados adjacentes. A diagonal do paralelogramo representa o vetor resultante. Este método permite visualizar a soma das forças de tração e compressão na mesa de tensegridade (imagem 3).

Figura 3 Visualização da regra do paralelogramo



fonte: todamateria

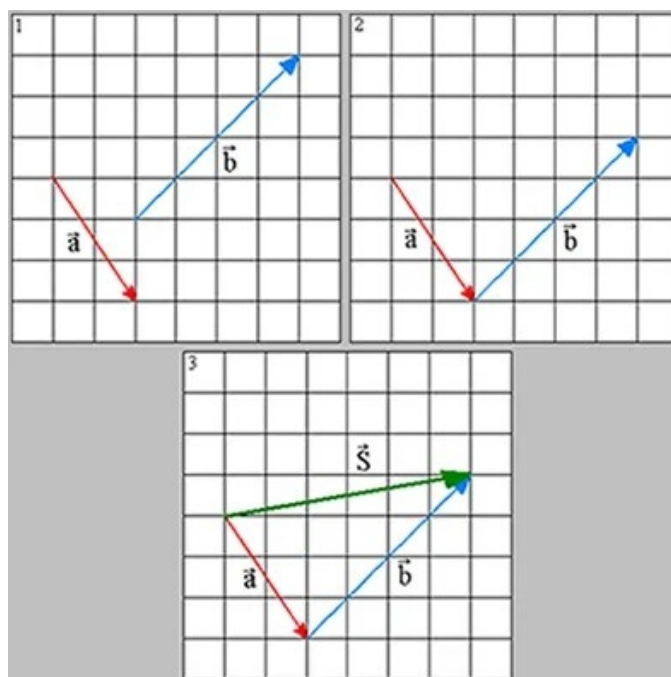
A aplicação prática da regra do paralelogramo na construção da mesa ajuda a visualizar como as forças se equilibram. Ao desenhar os vetores de tração e compressão, pode-se observar como eles se cancelam, resultando em uma estrutura estável.

REGRA DA POLIGONAL

A regra da poligonal, também conhecida como método do polígono, é uma técnica gráfica utilizada para somar múltiplos vetores. Diferente da regra do paralelogramo, que é usada para somar apenas dois vetores, a regra da poligonal é aplicável para qualquer número de vetores. Para aplicar essa regra, os vetores são desenhados de forma sequencial, onde o ponto final de um vetor coincide com o ponto inicial do próximo (imagem 4). A soma vetorial é representada pelo vetor que conecta o ponto inicial do primeiro vetor ao ponto final do último vetor na sequência.



Figura 4 Visualização da regra da poligonal



Fonte: todamateria

Essa regra é particularmente útil na construção da mesa de tensegridade, pois permite visualizar e garantir que a soma vetorial das forças de tração e compressão resulte em equilíbrio. Se a soma das forças resultantes for um vetor nulo, a estrutura estará em equilíbrio estático.

DECOMPOSIÇÃO DE VETORES

Na decomposição vetorial, um vetor é dividido em componentes ao longo de dois eixos perpendiculares. Esse processo facilita a análise das forças individuais que compõem a força resultante. Para a mesa de tensegridade, decompor as forças de tração e compressão nos eixos horizontal e vertical permite um entendimento mais claro de como essas forças interagem para manter a estrutura estável.

A decomposição de vetores é especialmente útil para entender como as forças se distribuem em diferentes direções. Na mesa de tensegridade, as forças verticais são responsáveis por suportar o peso, enquanto as forças horizontais mantêm a estabilidade



lateral. Analisar essas componentes ajuda separadamente a garantir que cada força esteja corretamente equilibrada.

CONCLUSÕES

A mesa de tensegridade demonstra de maneira prática os princípios de tração e compressão, demonstrando como forças opostas podem se equilibrar para criar uma estrutura estável. A análise vetorial é fundamental para entender esse equilíbrio, e a construção da mesa oferece uma oportunidade educativa para explorar esses conceitos de forma prática e visual. Ao aplicar esses princípios no projeto realizado em sala de aula, os alunos conseguiram aprofundar seu entendimento dos conceitos envolvidos nesse estudo, relacionando-os não somente a matemática, mas ligando de maneira direta aos conceitos de física e engenharia, uma vez que auxiliou no desenvolvimento de habilidades práticas e analíticas.

A mesa de tensegridade não apenas ilustra os conceitos teóricos a ela aplicados, mas também inspira a curiosidade e a inovação, incentivando os alunos a explorar novas formas de aplicar esses princípios em diferentes contextos.

REFERÊNCIAS

LAGE, Rangel Costa. O que é Tensegridade? Maratona Concreto Armado, 2021. Disponível em: <https://www.linkedin.com/posts/rangellage_o-que-%C3%A9-tensegridade-uma-mesa-flutuante> . Acesso em: 1 jul. 2024.

Tensegridade. Meca-Wiki, [s.d.]. Disponível em: <<https://mecawiki.fandom.com/pt-br/wiki/Tensegridade>>. Acesso em: 1 jul. 2024

Souza, Joamir Roberto de; Garcia, Jacqueline da Silva Ribeiro, Contato Matemática Ensino Médio- 1º ed- São Paulo – SP.

Tensegridade. Wikipédia [s.d.]. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Tensegridade>>. Acesso em: 14 jun. 2024

Disciplina de arquitetura usa mesas flutuantes para ensinar cálculos. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2023. Disponível em: <<https://www.utfpr.edu.br/noticias/curitiba/disciplina-de-arquitetura-usa-mesas-flutuantes>>. Acesso em: 1 jul. 2024



ASTH, Rafael. Vetores: soma, subtração e decomposição. Toda Matéria, 2021. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/vetores-fisica-matematica/>>. Acesso em: 22 jun. 2024

SILVA, Domiciano Correa Marques da. Soma de vetores. Mundo Educação, 2015. Disponível em: <<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/soma-vetores.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2024

ASTH, Rafael. Equilíbrio: o que é, tipos e classificação. Toda Matéria, 2020. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/equilibrio/>>. Acesso em: 1 jul. 2024

Trabalho desenvolvido com a turma 3ºA1 da Escola Estadual Yeté.

Arthur Henrique Binn, Caroline Ropke Reips, Daiane Koch Czevansky, Eduarda Garcia dos Santos, Gabriel Gilnei Grings, Mateus Zielke Friske, Natalia Ciekorski, Paula Luiza Turra, Pedro Antonio Zalamena Lehr, Tais Ciekorski, Vinícios Fogolari Pires, Vitor Cappellari

Dados para contato:

Expositor: Kettlin Rayssa Araujo dos Santos; e-mail: kettlinrayssa830@gmail.com.

Expositor: Renan Rodrigues. e-mail: rodriguesrenan1000@gmail.com;

Professor Orientador: João Sidinei Marostega; e-mail: jmarostega@yahoo.com.br