

# FÍSICA

Tema: condução

Lucas da Conceição, Licenciatura Integrada em Química e em Física  
Coautoria: Gabriel Heerd

## Física na construção de pontes

### Ligando os pontos



Imagens: Pixabay

As pontes são construções usadas para unir dois locais separados por água, barrancos, ou outras barreiras. Elas permitem a travessia de pessoas, animais e automóveis de um lado para o outro.

Desde a pré-história o homem necessita ultrapassar obstáculos. As pontes provavelmente podem ter surgido de um tronco de árvore caído sobre um rio, solução que o homem tratou de imitar e construir suas próprias pontes, feitas inicialmente de madeira.

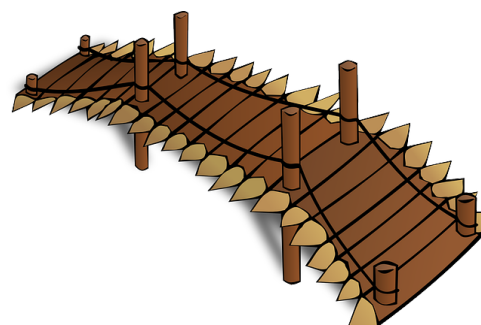
A partir daí as estruturas foram ficando cada vez mais elaboradas e sofisticadas. A mais antiga estrutura registrada, feita de pedra em formato de arco, fica na Turquia e é datada do século IX a.C.

Na Idade Média surgiram as pontes levadiças, que eram capazes de serem erguidas, dificultando o acesso aos castelos

e protegendo-o.

Com a revolução industrial, foram desenvolvidos sistemas de armações em aço para a produção de pontes em larga escala. Depois, a introdução de fios de aço na estrutura possibilitou a construção de pontes suspensas, permitindo vãos cada vez mais extensos.

Independentemente do material ou da época que foram construídas, muitas pontes ruíram.



Quais os princípios físicos por trás da construção de pontes para que estas sejam mais resistentes? Vamos conferir?

## Eu tenho a força

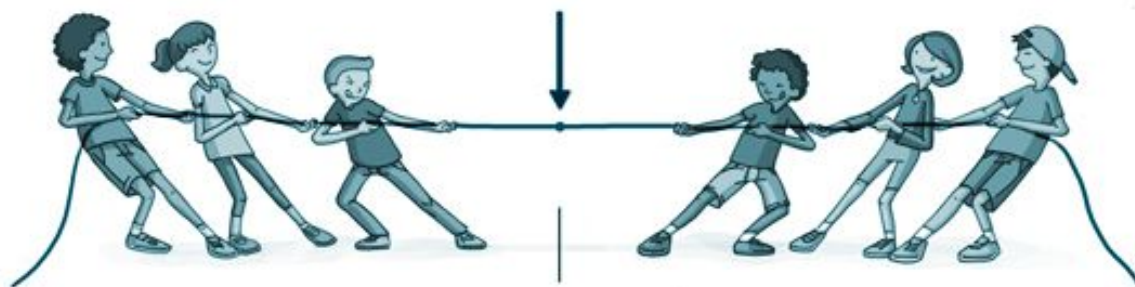


Imagem por Portal e-unicamp / [Licença CC BY-NC-SA](#)

Para entendermos parte do funcionamento das pontes, devemos antes compreender o conceito de **força**. Suponha que tenhamos um palito fino de madeira com 10 centímetros de comprimento. Ao segurarmos cada extremidade e forçá-lo, será fácil parti-lo ao meio sem precisarmos de muita força.

Se repetirmos o mesmo procedimento com uma das metades partidas, sentiremos a necessidade de fazer um pouco mais de força. E se, depois de partir esse pedaço ao meio, fizermos a mesma coisa com uma das novas metades, precisaremos de ainda mais força. Até que eventualmente não seremos mais capazes de partir o pedaço de palito com as mãos.

Em todos os casos acima, a força para quebrar o palito foi realizada sobre um ponto específico do material: seu centro. E se a força necessária para quebrá-lo foi aumentando conforme o palito foi diminuindo, é possível dizer que existe uma relação entre a força aplicada e o comprimento do palito para que este se parta. A essa relação dá-se o nome de torque.

O torque é a quantidade de força que fazemos para girar um objeto em torno de um eixo de rotação (pontos fixos). No caso do palito, os eixos de rotação são as mãos.

Usamos o torque para girar cada extremidade para um sentido a fim de partir o palito. Se o mesmo fosse feito para quebrar uma barra de ferro teríamos muito mais dificuldade do que com o palito de madeira. Logo, quanto maior a resistência do material, maior a força que deve ser feita para parti-lo.

## Balança mas não cai

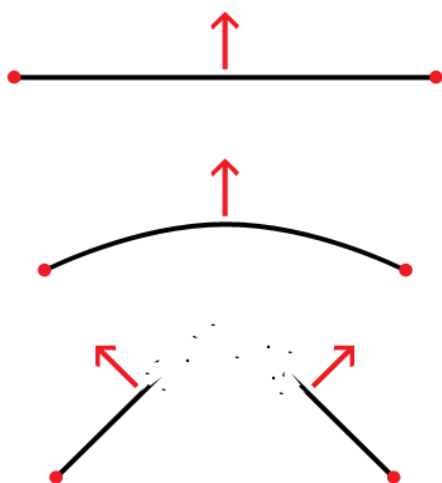


Imagem por CEPID CCES-eScience

O torque pode variar de zero até um valor máximo que depende de um fator matemático: o ângulo. Nesta imagem, a seta vermelha (a força aplicada) está perpendicular ao palito e este por fim se quebra, ou seja, quando temos um ângulo de  $90^\circ$  o torque é máximo. Por outro lado, se a força aplicada no palito fosse na direção de um dos eixos, o palito não giraria nem partiria, pois seu torque resultante seria zero.

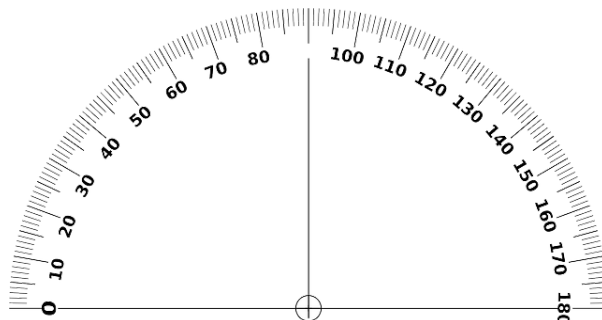
No caso das pontes não é diferente. Vamos imaginar uma simples ponte feita de um tronco de árvore. Se uma pessoa ficar parada exatamente no meio do tronco, uma força será aplicada neste ponto perpendicularmente ao tronco. Nesta situação, para que a ponte não

desabe, depende-se principalmente: do peso da pessoa, do comprimento do tronco, e da resistência da madeira.

Vamos imaginar, agora, uma grande ponte moderna feita de aço ligada apenas pelas extremidades. Se um caminhão carregado parar no meio desta ponte, esta vai depender dos seguintes fatores para aguentá-lo: o peso do caminhão, o comprimento da ponte, a temperatura ambiente, e mais um fator que não apontaremos aqui devido à complexidade. Espera, como assim temperatura?

Imagem: Pixabay

Dependendo da temperatura, os materiais podem dilatar (aumentar seu volume) ou contrair (diminuir seu volume), causando rachaduras e quebras na estrutura. Quanto tiver a oportunidade, repare que existem pequenos vãos entre cada viga em estruturas como pontes e edifícios, eles existem suportar a variação de volume causada pela temperatura.



## Equilibrando a balança



Imagem: Pixabay

As forças aplicadas em um ponto de um objeto podem-se somar gerando uma resultante maior ou se anulando. Um bom exemplo é a balança de libra, criada pelos egípcios há mais de 5.000 anos. Ela possui dois pratos pendurados em extremidades diferentes da mesma haste e é muito usada para comparar o peso dos objetos. O peso é um tipo de força, cuja resultante é dada por uma relação entre a massa do objeto e a gravidade (por isso pesamos menos na Lua, pois, sua gravidade é inferior).

Na balança, ao colocarmos pesos em cada lado, a força resultante vai decidir se a haste vai permanecer na horizontal ou se vai se inclinar para o lado mais pesado. Quando a balança permanece na horizontal, dizemos que há um equilíbrio nas forças.

Voltando às pontes, a função dos cabos de aço nas pontes modernas é justamente manter o equilíbrio das forças. Enquanto os automóveis são forças que “empurram” a ponte para baixo, os cabos fazem o papel de “anular” essa força “puxando” a ponte para cima e mantendo o equilíbrio. Graças ao equilíbrio é que podemos construir pontes com vãos maiores entre cada viga.

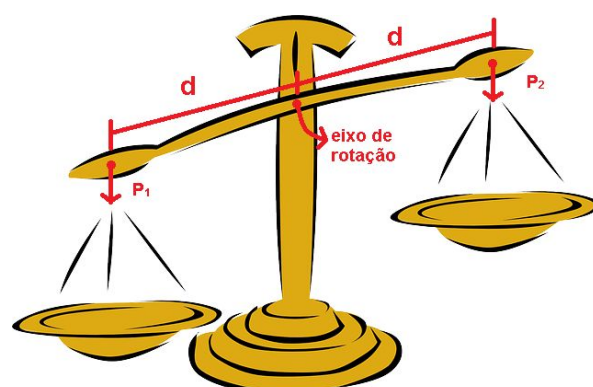
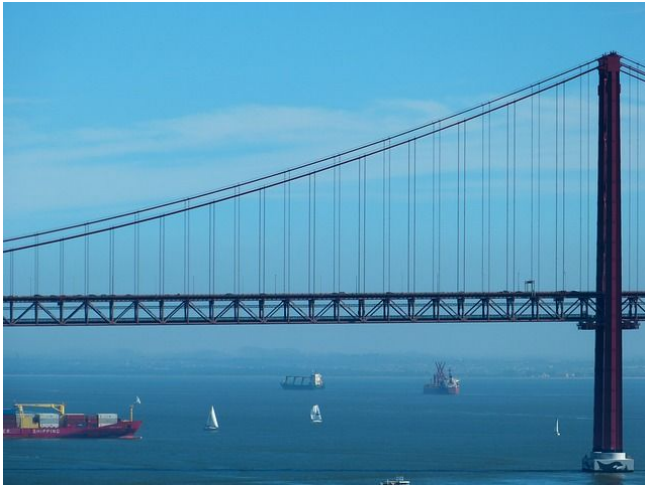


Imagem: Pixabay



Imagens: Pixabay

Comparação entre o comprimento da ponte com cabos e da ponte arqueada.

## Referências

**As primeiras pontes.** Wikipedia. Disponível em:

<[https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte#As\\_primeiras\\_pontes](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ponte#As_primeiras_pontes)>. Acesso em: 11 abr. 2017.

SANTOS, Marco Aurélio da Silva. **Força.** Brasil Escola. Disponível em:

<<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/forca.htm>>. Acesso em: 30 mai. 2018

SILVA, Domiciano Correa Marques da. **Torque de Uma Força.** Brasil Escola. Disponível em

<<https://brasilecola.uol.com.br/fisica/torque-uma-forca.htm>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

**Torque.** Khan Academy. Disponível em:

<<https://pt.khanacademy.org/science/physics/torque-angular-momentum/torque-tutorial/a/torque>>. Acesso em: 30 mai. 2018.

**Ponte Tacoma Narrows.** Prandel's Page. Disponível em:

<<http://luisprandel.blogspot.com/2014/12/fisica-ponte-tacoma-narrows.html>>. Acesso em: 11 abr. 2017.



# TESTE SEUS CONHECIMENTOS

1. Quais os fatores fundamentais devem ser considerados na construção de uma ponte?
  - a. A movimentação e a necessidade.
  - b. O material, o peso que este deverá suportar, a variação de temperatura do local e os ventos comuns no local.
  - c. O material, o ângulo da resultante do peso, a temperatura local.
  - d. Não é necessário levar muita coisa em consideração.
  
2. O que é e como funciona o torque?
  - a. O torque é um tipo de força que faz os objetos girarem.
  - b. O torque é uma resultante que depende da força aplicada em um ponto e da distância desse ponto até o eixo de rotação.
  - c. O torque é a força que faz com que os materiais se mantenham firmes.
  - d. O torque é uma resultante dada pelo somatório de forças presentes em um corpo ou objeto.
  
3. O que se entende por equilíbrio de forças?
  - a. Uma força na corda bamba.
  - b. Somatório de forças igual a zero.
  - c. Forças iguais a zero.
  - d. Somatório de Torque igual a zero.

Respostas: 1-b, 2-b, 3-b.