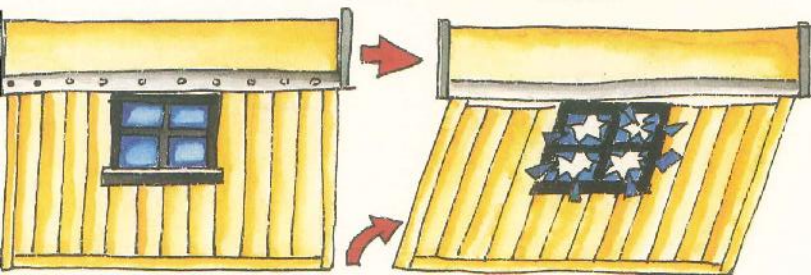
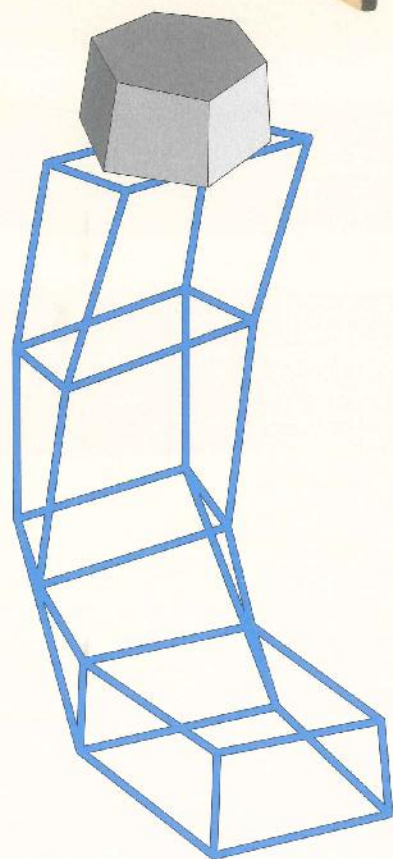
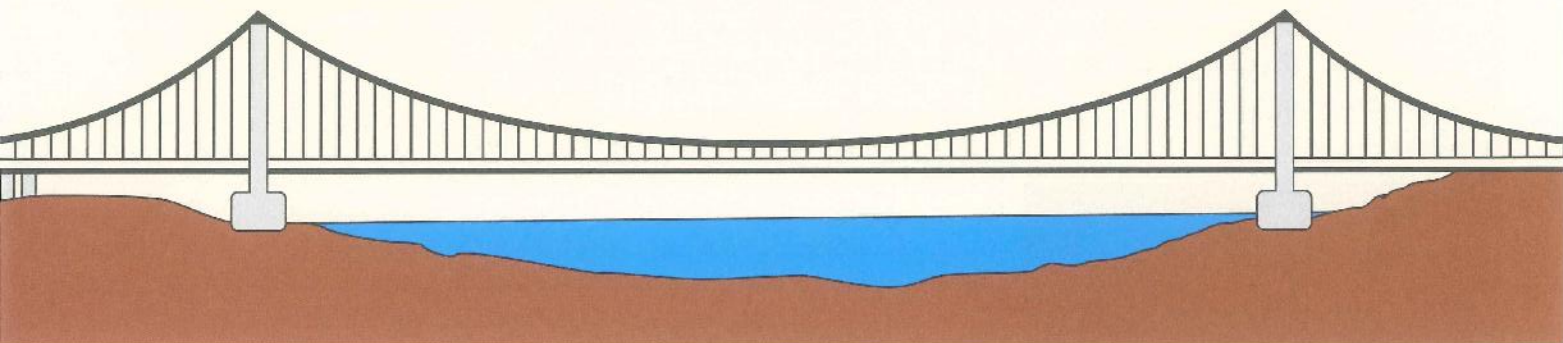


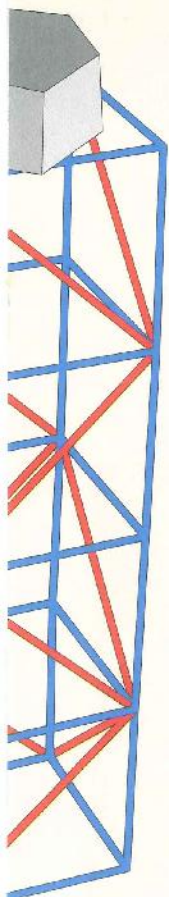
As Estruturas Resistentes












O que deves saber e saber fazer

- Explicar o que é uma estrutura e a razão pela qual o triângulo é a forma básica de muitas construções resistentes
- Identificar diferentes tipos de estruturas, distinguindo as artificiais das naturais e as fixas das móveis
- Relacionar a evolução das estruturas com o desenvolvimento dos materiais e os processos de construção
- Reconhecer as diferentes funções das estruturas
- Identificar os diferentes esforços a que estão sujeitas as estruturas
- Identificar e distinguir diferentes elementos de suporte e de reforço e as suas funções nas estruturas
- Construir estruturas com diferentes tipos de materiais e elementos de suporte e reforço



O mundo das estruturas resistentes: sumário

-  Estruturas naturais e artificiais
-  Estruturas fixas e estruturas móveis
-  O conceito de estrutura
-  A evolução das estruturas
-  Função das estruturas
-  Esforços das estruturas
-  Elementos estruturais



PROFESSOR

Recursos disponíveis para o professor em

20 AULA DIGITAL

Fichas Pedagógicas (7)

68. Concurso de construção de pontes *
69. Tipos de pontes – classificação estrutural de pontes
70. As estruturas nas coisas naturais
71. Analisar estruturas: o guindaste
72. Analisar estruturas: a ponte
73. Analisar estruturas: o arranha-céus
74. Analisar estruturas: a catedral medieval

Atividades e projetos. Planificações (6)

61. A ponte aguenta? Concurso de construção de pontes *
62. Construção de maquetes de pontes em papel ou outro material
63. Construção de estruturas de dimensões e formas variadas
64. Construção de modelos de estruturas (estruturas de telhados na arquitetura através dos tempos)
65. Construção de pequenas peças de mobiliário em cartão
66. Realização de ensaios

Instrumentos de avaliação

- Ficha de avaliação sumativa
- Ficha de autoavaliação
- Registo de avaliação *

* Recurso disponível no Guia do Professor (*dema*)

Apresentações multimédia

- A estrutura – forma, função e módulo; estruturas fixas e móveis
- A estrutura através do tempo
- Elementos das estruturas

Estruturas

Se olharmos à nossa volta verificamos que estamos rodeados de estruturas. Todas as coisas naturais possuem uma estrutura (natural), tal como todas as coisas construídas pelo Homem têm uma estrutura artificial.

A teia de aranha é um exemplo de uma estrutura natural, constituída por uma seda muito leve e resistente. Esta estrutura permite à aranha imobilizar as presas, resistindo ao vento ou às tentativas de um inseto para se libertar. Os favos de mel são um exemplo de uma estrutura natural em que há um elemento que se repete: o módulo.

Estruturas naturais e artificiais



1 Asa de inseto



2 Favos de mel



3 Árvore

OBSERVA E ANALISA

Observa as estruturas naturais apresentadas, analisa as suas características e explica como estas estruturas realizam as suas funções.

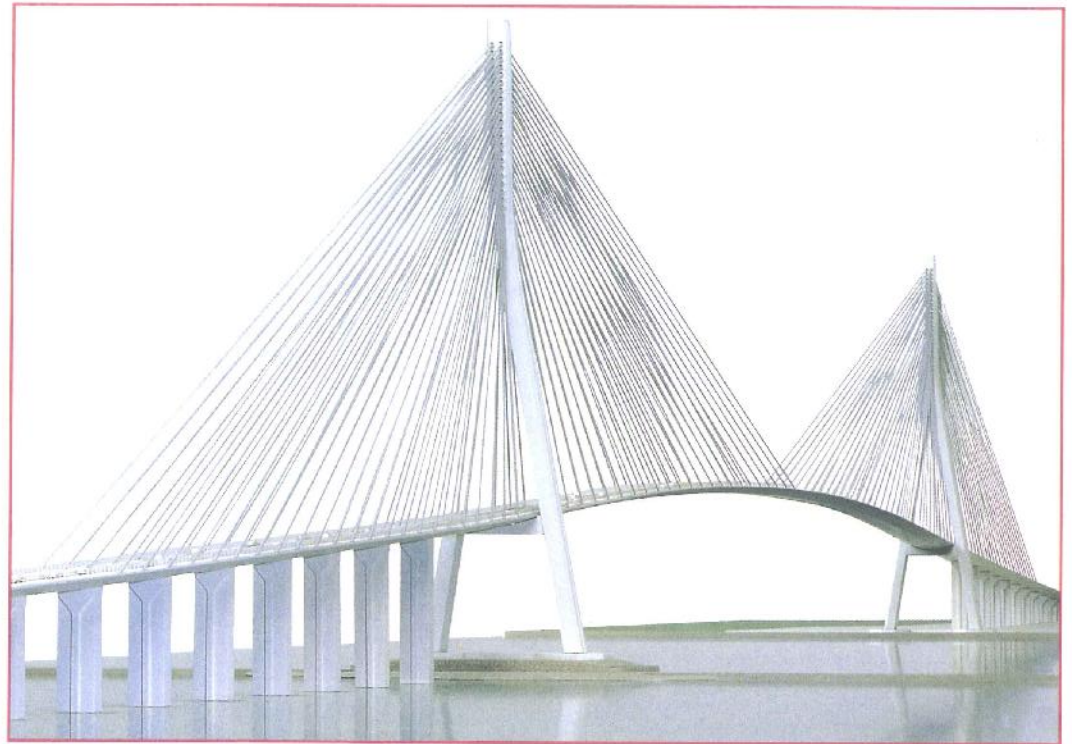
4 Teia de aranha



Estruturas fixas e estruturas móveis



5 O esqueleto humano



6 A ponte



7 O barco



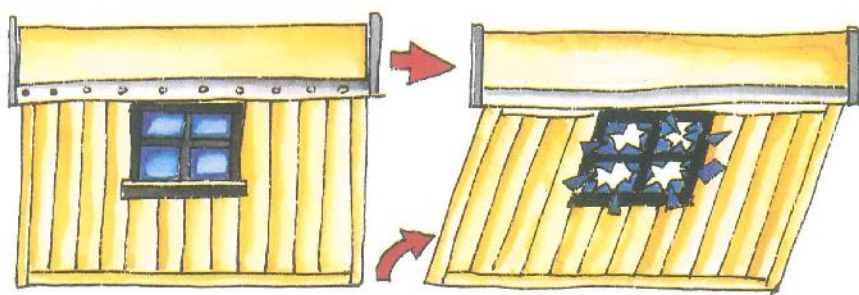
8 A grua

As estruturas cujos elementos se encontram fortemente unidos para não permitirem movimentos, como a ponte, são estruturas fixas.

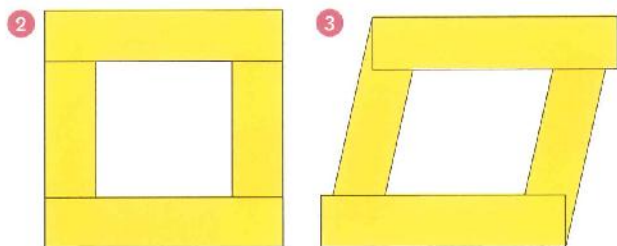
As estruturas cujos elementos se encontram ligados e articulados, permitindo a realização de movimentos, como a grua, são estruturas móveis.

O conceito de estrutura

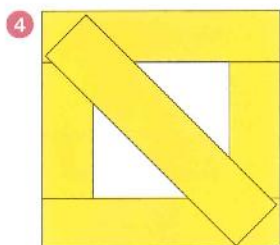
A estrutura pode definir-se como um conjunto de elementos simples colocados de forma a resistir a forças e a suportar o peso dos materiais. A forma das estruturas e o modo como os elementos estão organizados aumentam a sua resistência e a estabilidade. Podemos aumentar a resistência e a estabilidade de uma estrutura explorando diversas formas e observando as mais eficazes.



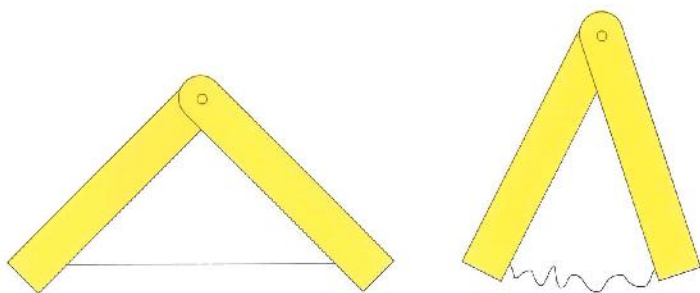
1 Uma barraca sujeita a vento forte



2 e 3 Forma quadrangular. É muito instável.



4 Forma reforçada pela criação de dois triângulos. É estável.



5 Experiência com a forma do triângulo

A estrutura da barraca não aguentou um vento forte. O que aconteceu?

As peças de madeira deslocaram-se todas, partindo os vidros das janelas e quase desfazendo a barraca.

Observamos, pela experiência da barraca, que quando se constrói uma estrutura com perfis que formam um polígono de quatro ou mais lados, este tende a deformar-se facilmente quando é submetido a uma força.

Será possível reforçar a estrutura da barraca?

A forma dos elementos das estruturas é fundamental para aumentar a sua resistência.

OBSERVA

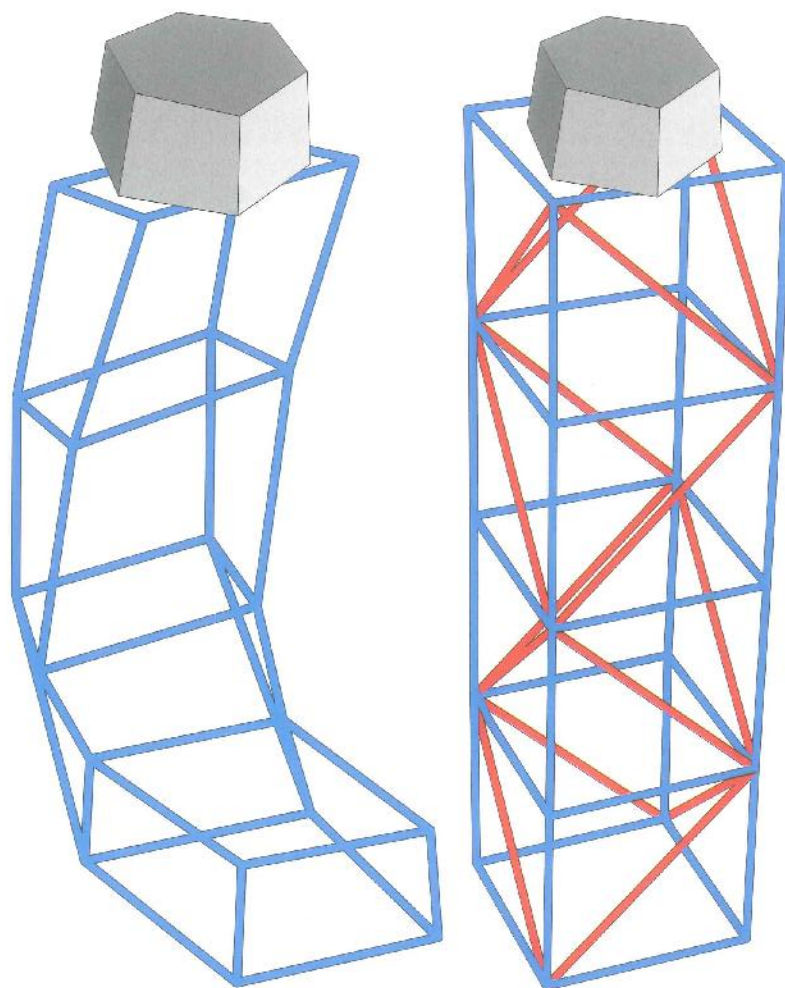
O triângulo é uma forma estrutural muito estável e rígida. Nesta experiência vemos que o triângulo pode ser submetido a esforços de tração e a esforços de compressão.

Se mantivermos os três lados do triângulo reforçados por elementos rígidos e não com um fio, a estrutura mantém-se completamente estável. Os lados travam-se uns aos outros e não deixam que um deles se deforme.

A forma dos elementos das estruturas aumenta a sua estabilidade e resistência.

Se pretendemos construir uma estrutura rígida e o mais leve possível, pode utilizar-se uma gama muito variada de materiais, sendo a estrutura aberta uma boa solução.

Pode começar-se com uma estrutura básica – o cubo – e utilizar-se um cruzamento simples de elementos, criando formas triangulares. Os triângulos podem suportar algum peso. Pode triangular-se a estrutura de modo a torná-la ainda mais rígida e resistente.



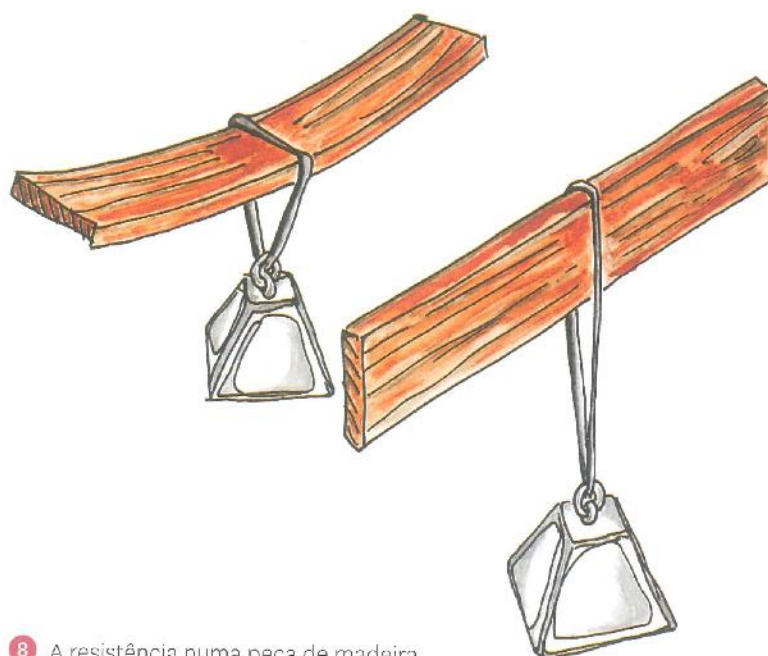
6 Efeito do peso sobre uma estrutura sem travamento.

7 Efeito do peso sobre uma estrutura com travamento.

OBSERVA

Como já sabes, a forma dos elementos das estruturas aumenta a sua estabilidade e resistência. Mas, como podes observar nas imagens, também a disposição do material aumenta a resistência ao esforço a que a peça é submetida.

Observa como a peça de madeira vê a sua resistência aumentada quando é colocada de perfil. Torna-se rígida e não fica encurvada.



8 A resistência numa peça de madeira.

3000 a. C.

2000 a. C.

1000 a. C.

0

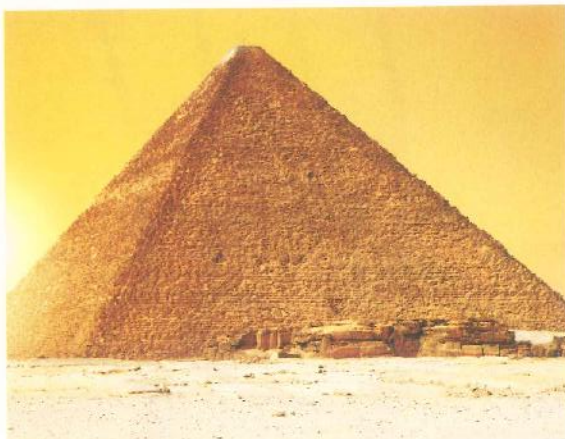
Evolução histórica das estruturas

1 Abrigo – cabana (Pré-História)



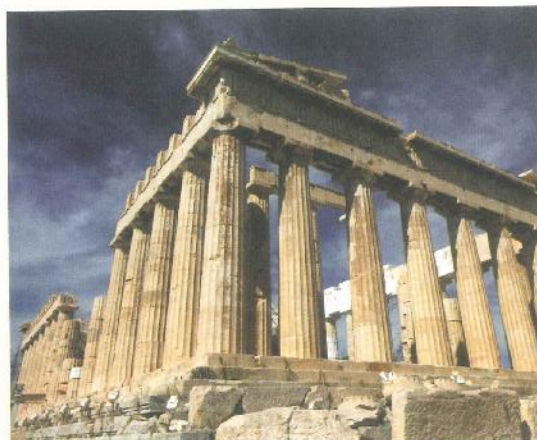
Estrutura muito rudimentar e pouco sólida, feita a partir de troncos e ramos das árvores.

2 Pirâmide (c. 2550 a. C.)



Construída por assentamento sucessivo de blocos de pedra.

3 Partenon – templo grego (480-323 a. C.)



Construído por assentamento de blocos de pedra – colunas e vigas.

4 Aqueduto romano (séc. I a. C.)



Construído por assentamento de pedra, tijolo e argamassa – arcos, pilares e vigas.

5 Coliseu de Roma (70-90)



Construído com madeira, cimento, argamassa (tijolo) e ferro – arcos.

6 Templo japonês (700)

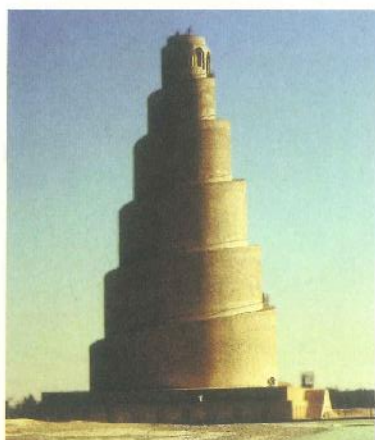


Estrutura em madeira – pilares, vigas e telhados com duas inclinações.

A evolução das estruturas através dos tempos está associada ao desenvolvimento dos materiais e de novas técnicas de transformação e aplicação na construção. Com a tecnologia os povos evoluíram e souberam encontrar novas soluções para a construção de templos, castelos, igrejas e catedrais, pontes e torres, cada vez maiores, desafiando a força do vento, o equilíbrio e a estabilidade das estruturas. A barra cronológica resume essa evolução.

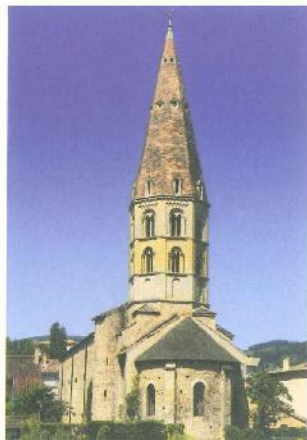


7 Mesquita de Samarra (847)



Estrutura maciça em pedra e tijolo – minarete (torre) em espiral.

8 Abadia de Cluny – França (910)



Estrutura com elevadas abóbadas e grandes arcadas suportadas por pilares e colunas.

9 Castelo medieval – Guimarães (958)



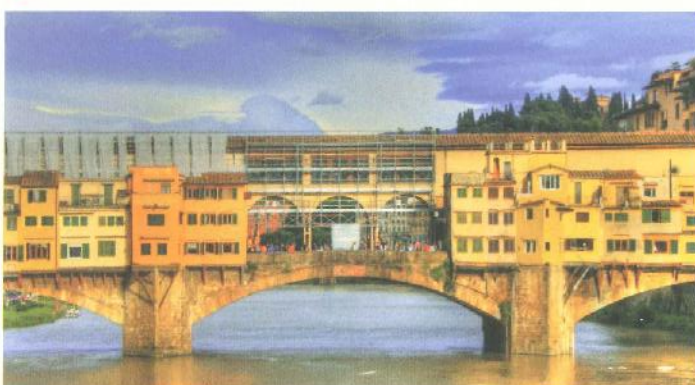
Construção maciça com assentamento de pedra – torres rodeadas por muralhas com torre de menagem ao centro.

10 Catedral de Notre Dame – França (1200)



Estrutura com abóbadas suportadas por pilares e colunas.

11 Ponte de Vecchio – Itália (1345)



Ponte medieval com habitações construídas sobre ponte romana – arco e vigas reforçadas.

12 Catedral de Pisa – Itália (1173-1356)



Estrutura com cúpula.

13 Catedral de Florença (1420-1436)



Estrutura com abóbadas suportadas por pilares e paredes espessas – torres e arcos.

14 Casa medieval com andares (1500)



Estrutura de madeira – vigas, pilares, paredes de taipa e telhados inclinados.

1850

15

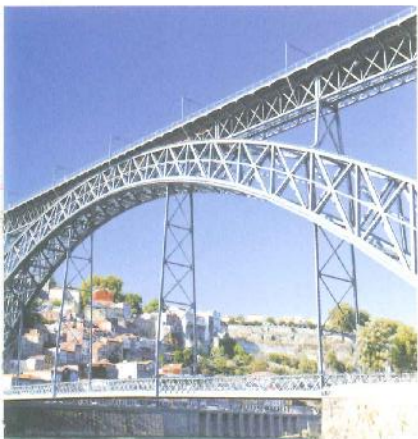
16 17

1900

18 19

1950

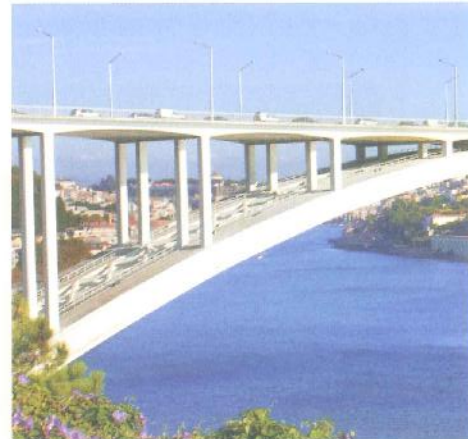
20

15 Ponte D. Luís – Porto (1877)

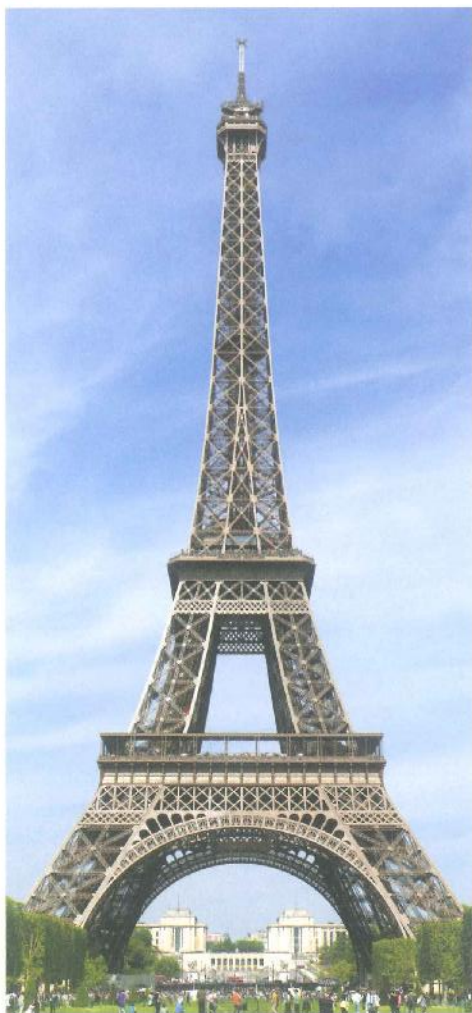
Estrutura triangulada em ferro –
tabuleiro apoiado em arco e pilares.

17 Tower Bridge – Londres (1892)

Ponte móvel – estrutura dos tabuleiros triangulada em ferro
apoiada em duas torres.

20 Ponte da Arrábida – Porto (1963)

Estrutura em cimento reforçado com ferro
– tabuleiro apoiado em arco e pilares.

16 Torre Eiffel – Paris (1888)

Estrutura triangulada em ferro.

18 Chrysler Building – Nova Iorque (1930)

Construção em cimento e estrutura em ferro
(319 m de altura) – pórtico.

19 Empire State Building – Nova Iorque (1931)

Construção em cimento e estrutura em ferro
(381 m de altura) – pórtico.

1960

1980

2000

2020

21

22

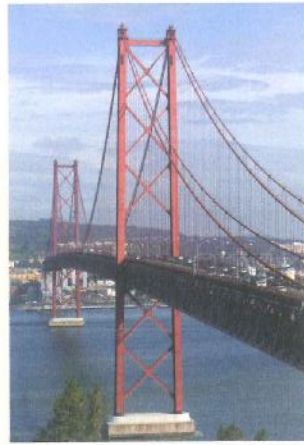
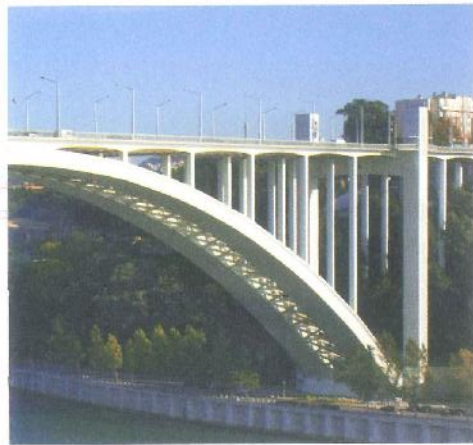
23 24

25 26

27

21 Ponte 25 de Abril – Lisboa (1966)

22 Centro Georges Pompidou – Paris (1977)



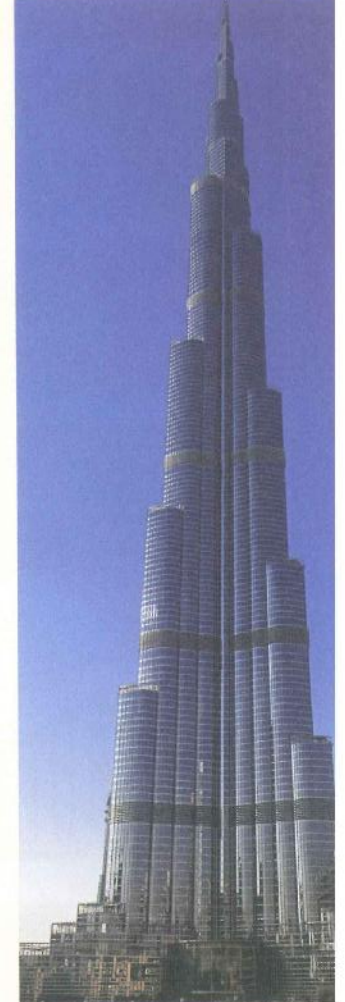
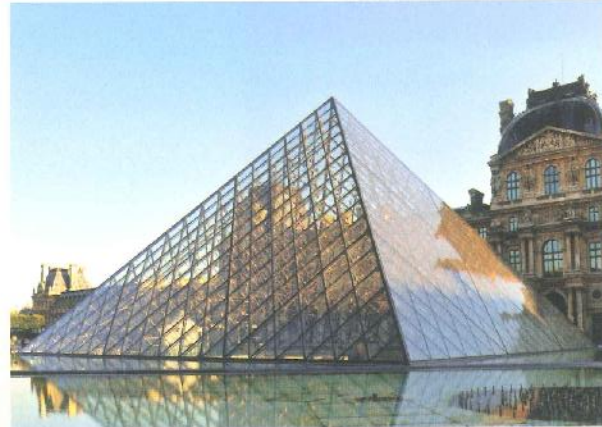
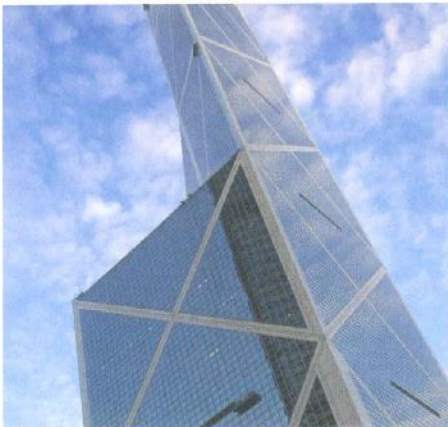
Ponte suspensa sustentada por cabos – estrutura triangulada em ferro.

Construção em metal, betão e paredes em vidro – pilares e cruzamento de vigas.

23 Torre do Banco da China – Hong Kong (1988)

24 Pirâmide do Louvre – Paris (1993)

27 Burj Khalifa – Dubai, Emirados Árabes Unidos (2010)

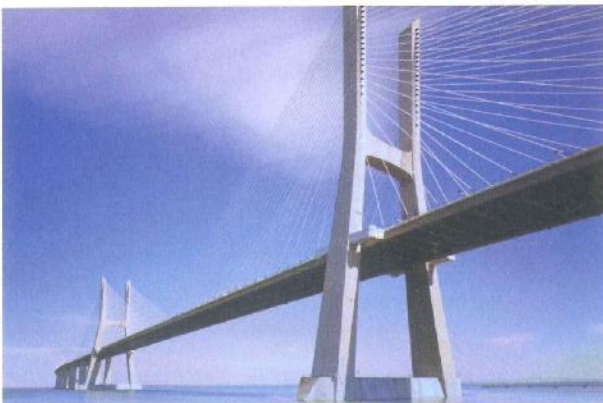


Construção em metal, betão e paredes em vidro (315 m de altura) – pilares e vigas.

Estrutura em metal e vidro – triangulação da estrutura.

25 Ponte Vasco da Gama – Lisboa (1998)

26 Torres Petronas – Kuala Lumpur, Malásia (1998)



Ponte suspensa com tirantes (harpa) – construída em betão.

Construção com 452 m de altura – estrutura de aço, paredes em vidro.

Construção mais alta do mundo, com 828 m de altura – estrutura vertical de concreto (cimento) e paredes em vidro.

Função das estruturas

Todas as formas, naturais ou artificiais, atuam de maneira diferente e cumprem determinadas funções. A natureza do material e a sua forma é importante para que uma estrutura cumpra as suas funções principais – suportar o próprio peso e as forças que atuam sobre ela. O Homem explorou as formas da Natureza e as possibilidades técnicas dos materiais, de modo que as estruturas que constrói cumpram várias funções.

Suportar cargas

Suportar forças exteriores

Manter a forma

Proteger componentes

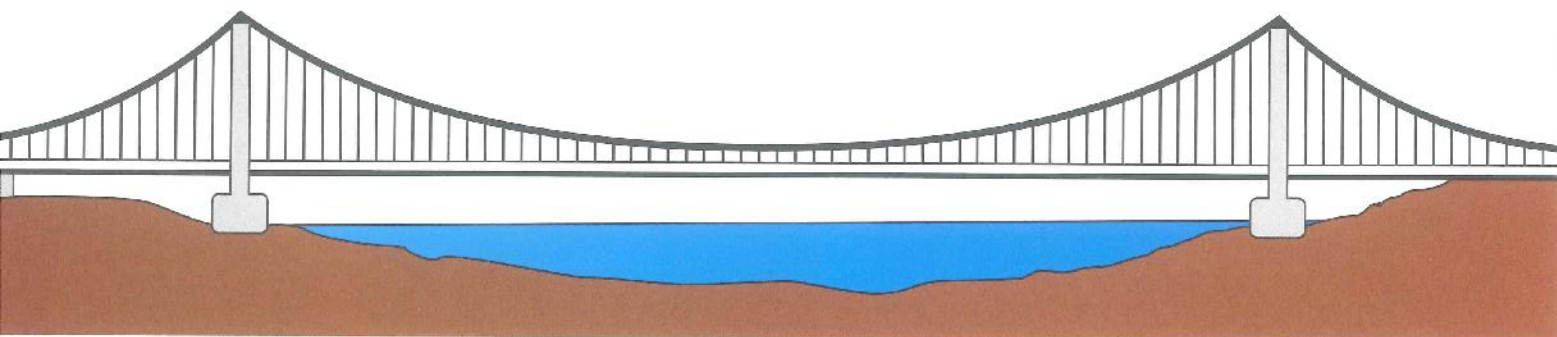
Ligar componentes

Suportar cargas

Uma ponte tem de resistir ao seu próprio peso e ao peso do comboio, da via-férrea e também de todos os veículos que passam por ela.

OBSERVA E ANALISA

Observa as formas das diferentes estruturas e relaciona-as com as funções que cumprem.



Manter a forma

O esqueleto dos animais mantém a forma dos seus corpos.



3 Esqueleto de ave

Ligar componentes

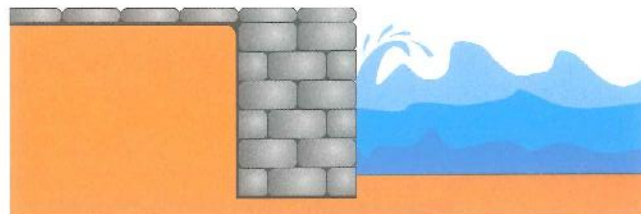
Os diferentes componentes da trotineta constituem uma estrutura e, ligados entre si, asseguram o seu funcionamento.



5 A trotineta

Suportar forças exteriores

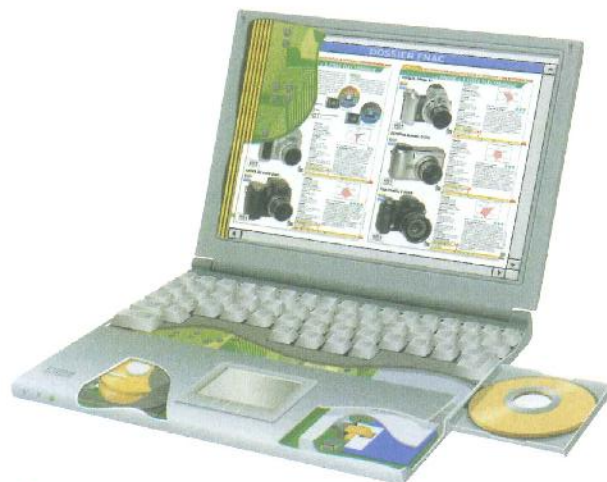
Um molhe tem de suportar o embate violento das ondas do mar, protegendo as margens da erosão.



2 O molhe

Proteger componentes

A caixa de um computador protege os componentes e circuitos que estão no seu interior.



4 O computador portátil

Esforços nas estruturas

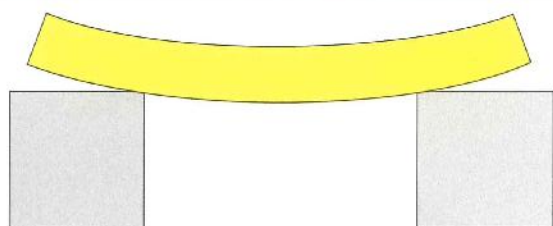
As estruturas, bem como os materiais de que são feitas, são submetidos a vários esforços, aos quais têm de resistir.



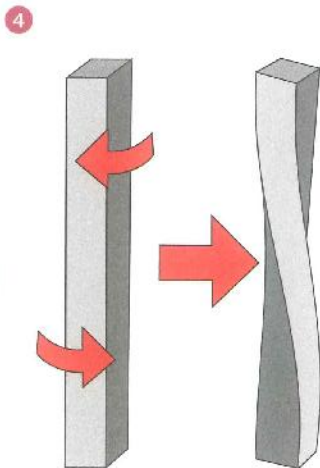
1 Tração: as forças atuam sobre os elementos, puxando-os.



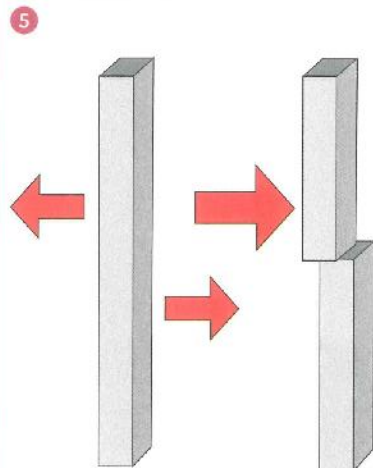
2 Compressão: as forças atuam sobre os elementos, comprimindo-os.



3 Flexão: as forças atuam sobre os elementos, dobrando-os.



4 Torção
As forças atuam sobre os elementos, torcendo-os



5 Corte
As forças atuam sobre os elementos, cortando-os

Existem cinco tipos básicos de esforços que podem atuar ao mesmo tempo sobre uma estrutura.

- 1 - Tração**
- 2 - Compressão**
- 3 - Flexão**
- 4 - Torção**
- 5 - Corte**

Quando uma estrutura suporta um peso ou a ação de uma força, cada um dos seus elementos é submetido a um esforço.

← **TRAÇÃO** →

→ **COMPRESSÃO** ←

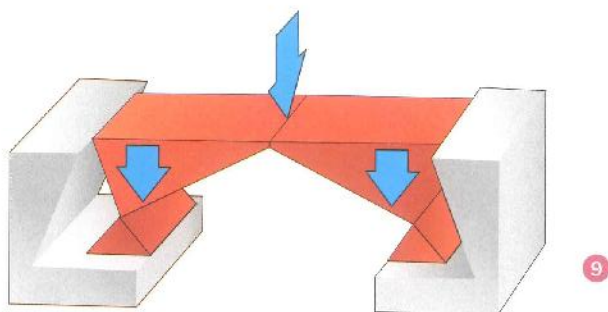
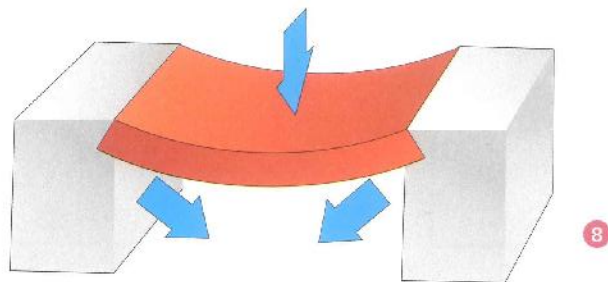
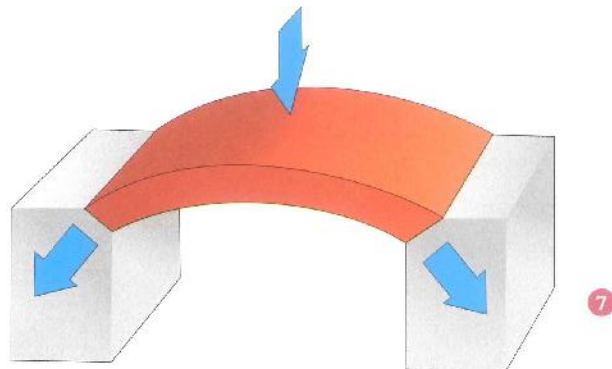
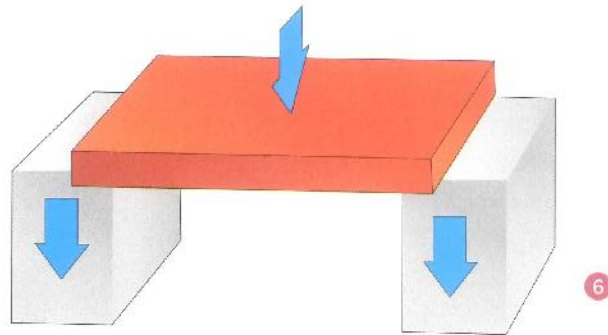
↓
FLEXÃO

↑
TORÇÃO

↓
CORTE
↑

Exemplos de esforços nas estruturas

As pontes são exemplos de estruturas resistentes. Os seus modelos diferem no modo como suportam o peso da própria ponte e das cargas dos carros, dos camiões e das pessoas que as utilizam.



OBSERVA

Como os esforços são distribuídos, tendo em atenção a direção da carga (peso) exercida sobre a estrutura.

Elementos estruturais

A forma dos elementos de uma estrutura pode aumentar a resistência da mesma.

Conforme a disposição e a forma que possuem, assim os elementos de suporte de um objeto ou mecanismo suportarão com maior ou menor facilidade os esforços a que estão submetidas as estruturas.

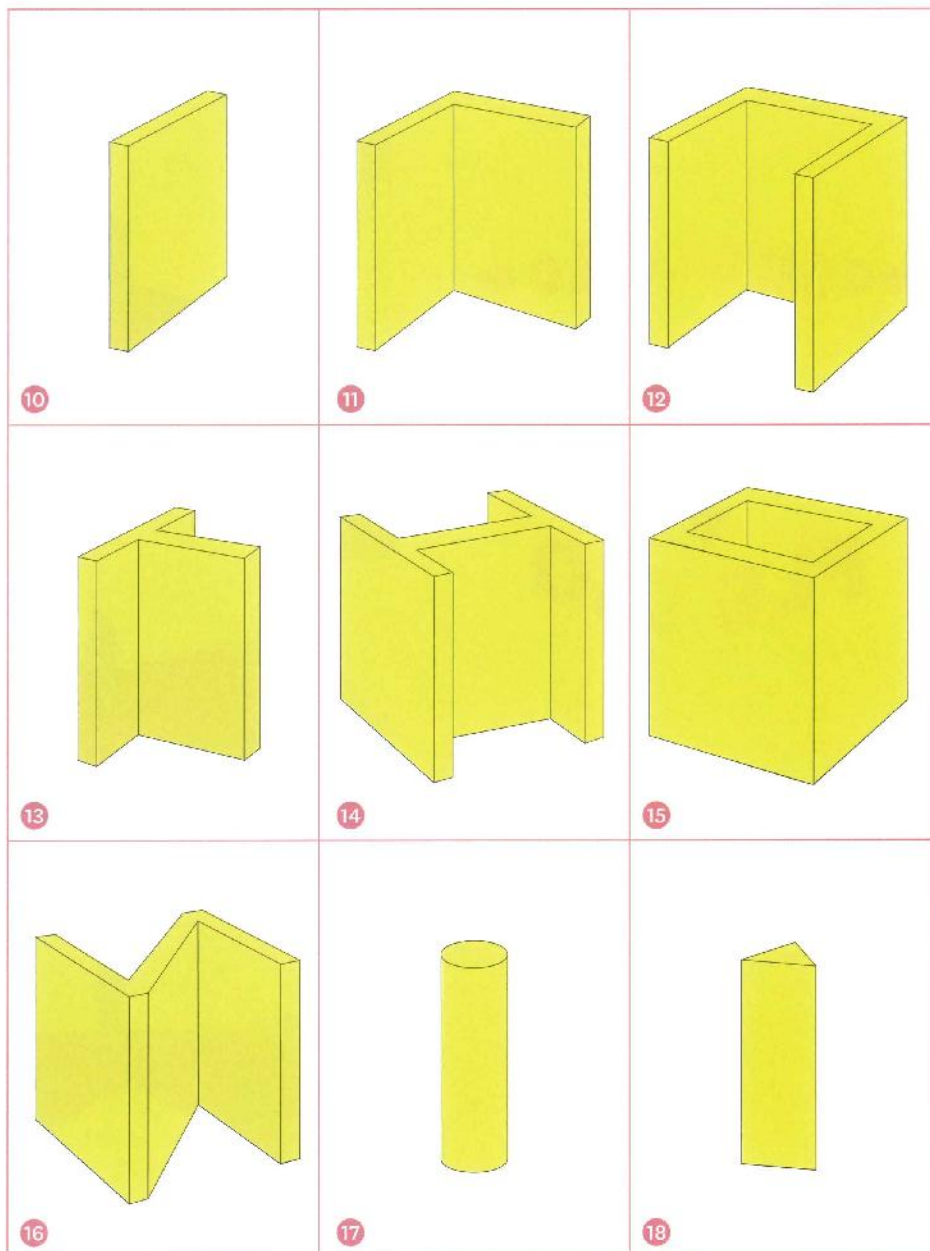
Os perfis constituem soluções diversificadas para aumentar a resistência de uma estrutura, reduzindo o peso do material.

REFLETE

Uma tira de cartolina ou um papel podem suportar, sem dobrar, um peso muito reduzido.

Se essa tira de papel for dobrada formando um ângulo de 90°, poderá suportar, sem ceder, um peso consideravelmente maior.

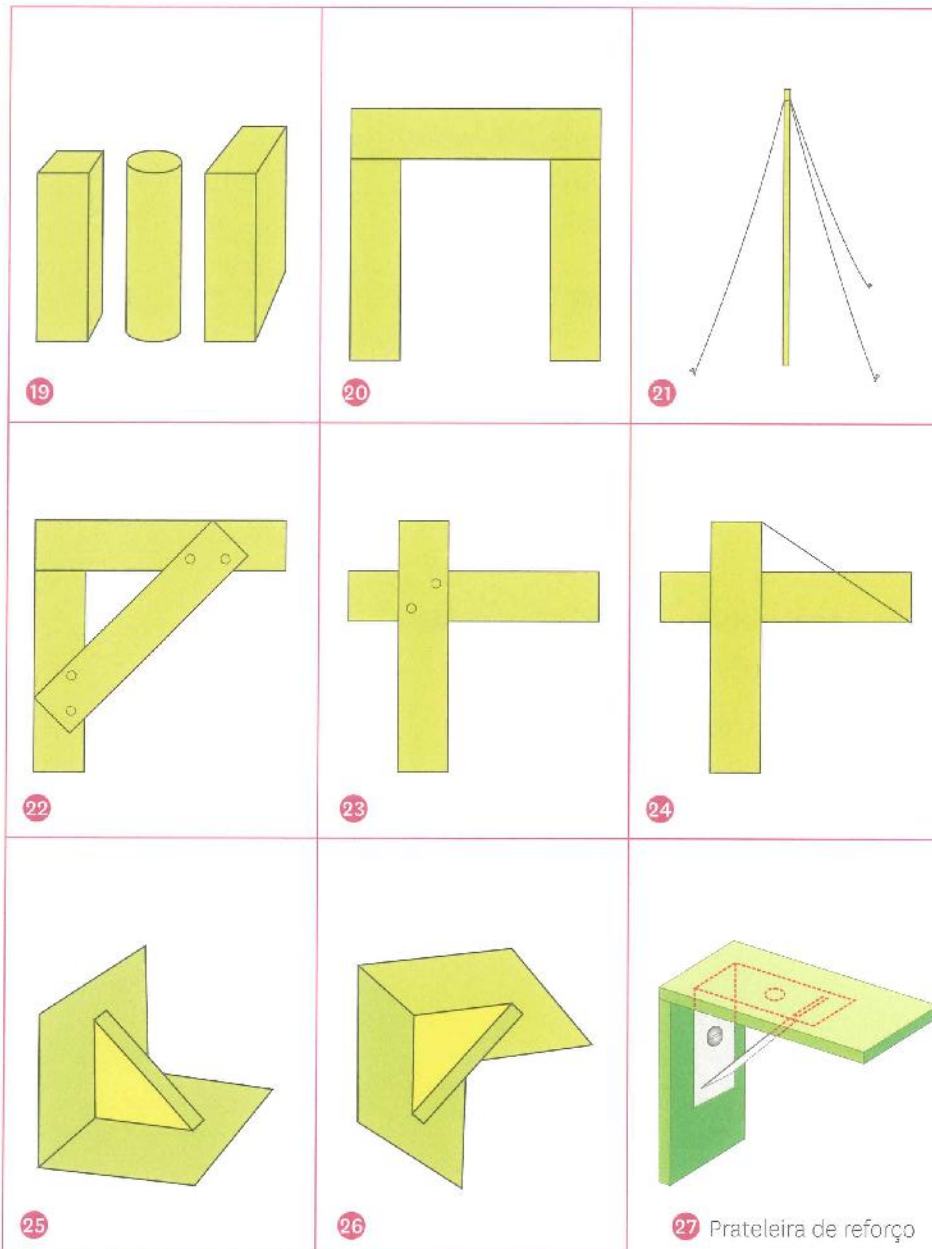
Podemos ainda aumentar a resistência desse perfil se colarmos outras tiras, transformando-o numa forma em U.



Alguns tipos de perfis utilizados nas estruturas:

- | | | |
|--------------------|---------------------|-----------------------|
| 10. Perfil plano | 13. Perfil em T | 16. Perfil em Z |
| 11. Perfil regular | 14. Perfil em I | 17. Perfil redondo |
| 12. Perfil em U | 15. Perfil quadrado | 18. Perfil triangular |

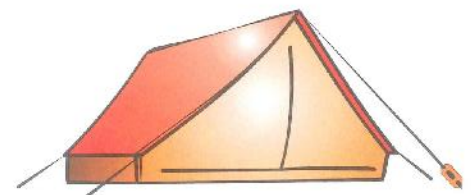
Elementos de reforço das estruturas



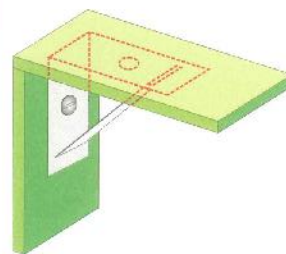
Nos nossos trabalhos, tal como nos objetos e construções da vida real, podemos utilizar alguns elementos de reforço das estruturas.

Observa estas imagens e procura identificar os elementos de reforço nas estruturas que nos rodeiam.

Ao montarmos uma tenda utilizamos fios tensores para estabilizar a sua estrutura. Quando colocamos uma prateleira usamos esquadros para suportar o peso. As construções de edifícios utilizam pilares e vigas. Algumas pontes, como a ponte 25 de Abril, em Lisboa, utilizam cabos tirantes para suportar o peso do tabuleiro.



28 Tenda



27 Prateleira de reforço

Elementos de reforço das estruturas:

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| 19. Pilares | 23. Reforço de pilar e viga |
| 20. Pilares e vigas | 24. Tirante |
| 21. Tensores | 25. Esquadro |
| 22. Reforço | 26. Esquadro |

29 Pormenor de tirante de grua



ATIVIDADES E PROJETOS

As aprendizagens práticas desta unidade têm uma forte relação com outras que realizaste e que terás de ter em conta, como na unidade Os Materiais, uma vez que não existe estrutura sem material e sem processos construtivos, não existe transformação do material sem a aplicação dos processos técnicos construtivos.

Outra aprendizagem a ter em conta diz respeito à forma-função. As formas das estruturas e o modo como os seus elementos estão organizados podem aumentar a sua resistência e estabilidade. Uma estrutura mal desenhada e defeituosamente construída, com os seus elementos mal organizados e distribuídos, pode vergar e cair quando for sujeita a esforços como o vento forte ou o peso do próprio material com que foi construída.

Para desenhares e construíres estruturas resistentes interessa comparares as funções estruturais nas coisas naturais e artificiais e conheceres os principais operadores das estruturas, nomeadamente os perfis, como elementos de suporte, e os elementos de reforço.

Nesta unidade terás oportunidade de desenvolver as seguintes experiências:

- Exploração do conceito de estrutura resistente
- Ensaios de resistência de formas estruturais
- Observação de estruturas construídas
- Observação das estruturas nas coisas naturais

Atividades e projetos que poderás desenvolver, sob a orientação do teu professor, individualmente ou em grupo:

- Construção de maquetes de pontes em papel ou outro material
- Construção de estruturas de dimensões e formas variadas
- Construção de modelos de estruturas (estruturas de telhados na arquitetura através dos tempos)
- Construção de pequenas peças de mobiliário em cartão
- Realização de ensaios

RESUMO DE CONHECIMENTOS

Se observarmos o mundo à nossa volta verificamos que vivemos num mundo de estruturas. Não existem objetos sem estrutura. Tal como nós necessitamos de uma estrutura que suporte o nosso próprio peso e nos permita movimentarmo-nos, também os objetos artificiais precisam de uma estrutura.

Estrutura	Conjunto de elementos simples colocados de forma a suportar diversos tipos de esforços, como o peso dos materiais
Estrutura natural	Todas as coisas naturais possuem uma estrutura
Estrutura artificial	Todas as coisas construídas pelo Homem
Estruturas fixas	Aquelas cujos elementos se encontram fortemente unidos para não permitirem a realização de movimentos
Estruturas móveis	Aquelas cujos elementos se encontram ligados e articulados, permitindo a realização de movimentos
A forma estrutural do triângulo	Forma básica simples e indeformável usada no reforço das estruturas, tornando-as mais rígidas e resistentes
Esforços das estruturas	Forças a que as estruturas são submetidas
Tipo de funções das estruturas	Suportar cargas; resistir a forças exteriores; manter a forma; proteger e ligar componentes
Elementos estruturais	Soluções técnicas de suporte das estruturas que aumentam a estabilidade e a resistência das mesmas, reduzindo o peso do material