



**fischertechnik** 

**PROFI**

Begleitheft  
Activity booklet  
Manual d'accompagnement  
Begeleidend boekje  
Cuaderno adjunto  
Folheto  
Libretto di istruzioni  
Сопроводительная инструкция  
附帶说明书



**Mechanic & Static 2**

**30 MODELS**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Máquinas ao nosso redor</b>                    | <b>2</b>  |
| <b>O que é a mecânica?</b>                        | <b>2</b>  |
| <b>O motor elétrico</b>                           | <b>2</b>  |
| <b>Engrenagem helicoidal</b>                      | <b>3</b>  |
| Barreira  | 3         |
| Mesa rotativa                                     | 4         |
| <b>Engrenagem de rodas dentadas</b>               | <b>4</b>  |
| Engrenagem de manivela                            | 4         |
| <b>Rampa</b>                                      | <b>6</b>  |
| Acionamento de veículos                           | 7         |
| Engrenagem de rodas dentadas com correntes        | 7         |
| Comparação entre eixo de direção e eixo giratório | 9         |
| <b>Junta universal</b>                            | <b>10</b> |
| <b>Caixa de câmbio com várias marchas</b>         | <b>10</b> |
| <b>A engrenagem planetária</b>                    | <b>12</b> |
| <b>Engrenagem cônica</b>                          | <b>13</b> |
| Máquinas de cozinha                               | 13        |
| Diferencial                                       | 14        |
| Plataforma com mecanismo de pantógrafo            | 15        |
| <b>Mecanismo de biela</b>                         | <b>16</b> |
| Para-brisas                                       | 16        |
| Corrente de quatro articulações                   | 16        |
| Serra de arco                                     | 17        |
| <b>Alavanca</b>                                   | <b>17</b> |
| Balança de pratos                                 | 17        |
| Balança com peso cursor                           | 18        |
| Roldanas de cabos – Talha                         | 18        |
| <b>O mundo da estática</b>                        | <b>20</b> |
| <b>Mesa</b>                                       | <b>20</b> |
| <b>Escada de cavalet</b>                          | <b>21</b> |
| <b>Ponte de travessa</b>                          | <b>21</b> |
| <b>Ponte com viga de sustentação inferior</b>     | <b>22</b> |
| <b>Ponte com viga de sustentação superior</b>     | <b>22</b> |
| <b>Ponte estaiada</b>                             | <b>23</b> |
| <b>Guindaste</b>                                  | <b>24</b> |

## Índice



## Máquinas ao nosso redor

► Hoje em dia, tarefas como transportar cargas pesadas e fazer furos em paredes se tornaram bem mais fáceis. Antigamente, o homem tinha que executá-las utilizando a sua força muscular. Lavar roupas em uma tábua de lavar era uma tarefa cansativa e árdua, que se tornou mais simples com a ajuda da tecnologia. A humanidade descobriu muitos aparelhos que facilitam a vida e o trabalho. Começando por uma engrenagem de moenda em um moinho, passando pelo acionamento a jato de um avião Jumbo até chegar ao computador. Os aparelhos que facilitam o trabalho, ou mesmo que podem livrar o homem do trabalho, denominamos, na linguagem técnica, de máquinas.

| As máquinas podem:  | Exemplos:   |
|---|---|
| ● <b>Movimentar cargas</b>                                      | ● <b>Caminhões, automóveis, guinchos, dragas, ...</b>               |
| ● <b>Processar materiais</b>                                    | ● <b>Batedor de massas, misturador de concreto, misturador, ...</b> |
| ● <b>Transformar a energia elétrica em energia de movimento</b> | ● <b>Motor elétrico</b>   |
| ● <b>Processar dados</b>  | ● <b>Máquina de calcular, computador, ...</b>                       |

## O que é a mecânica?

► A mecânica está relacionada com efeitos e forças que influenciam corpos rígidos em movimento. A mecânica é classificada em diferentes áreas como: a estática, a dinâmica, a cinemática ou a termodinâmica. Abordaremos apenas duas delas: a dinâmica e a estática. Desde a antiguidade, os cientistas pesquisam a mecânica. Os antigos mestres de obras das catedrais exploraram bem as propriedades relacionadas ao equilíbrio das forças, construindo igrejas cada vez mais altas. Atualmente, o especialista em estática faz os cálculos para a estabilidade de uma construção. A sua profissão deriva, do setor de mecânica denominado estática. Você ficará sabendo mais quando tratarmos especificamente sobre esse assunto. Podemos dizer que, quando máquinas ou engrenagens são colocadas em movimento, são dinâmicas. A **dinâmica** descreve a modificação das dimensões em movimento, por exemplo, quando da rotação de um eixo, no caso de um movimento de vaivém ou uma transmissão por roda dentada. É, assim, a ciência das modificações do movimento. O que isso representa exatamente você irá conhecer nos capítulos seguintes.

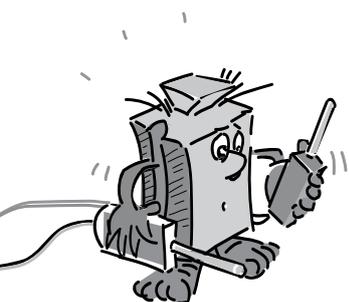
## O motor elétrico



► O motor permite o acionamento de uma máquina. Existem dois tipos diferentes: motores à combustão e motores elétricos. Um automóvel, por exemplo, é acionado por um motor à combustão. O E-Tec é acionado por um motor elétrico, também denominado abreviadamente de E-Motor.

Os motores elétricos fazem o acionamento da maioria das máquinas do dia-a-dia. Eles podem ser empregados em todos os lugares em que se encontra à disposição a energia elétrica.

► O motor elétrico, na sua caixa de componentes, tem uma alta velocidade de rotação, isto é, ele gira tão rápido que não se pode identificar, de maneira alguma, cada um dos giros. Esse motor é, entretanto, muito "fraco" para levantar carga e também acionar um veículo. Para diminuir as rotações rápidas e tornar o motor "mais forte", é necessária uma engrenagem de transmissão e redução.



► Para reduzir a velocidade de rotação do motor, o mais adequado é uma engrenagem helicoidal. Neste caso, é colocado um parafuso sem-fim (helicoidal) sobre o eixo do motor, que é a barra que fica exposta na caixa do motor. O parafuso helicoidal aciona uma roda dentada. Esse tipo de engrenagem é utilizado para os casos em que se devem reduzir altas velocidades de rotação em espaços limitados. Uma engrenagem helicoidal trabalha de maneira autobloqueante, isto é, a roda helicoidal pode ser acionada por meio do parafuso helicoidal; mas, de maneira contrária, bloqueia a engrenagem.

► Barreiras e guindastes utilizam esta engrenagem, pois aqui a ação segura de bloqueio do parafuso sem-fim impede que a barreira ou a carga suspensa se movimentem sem controle.

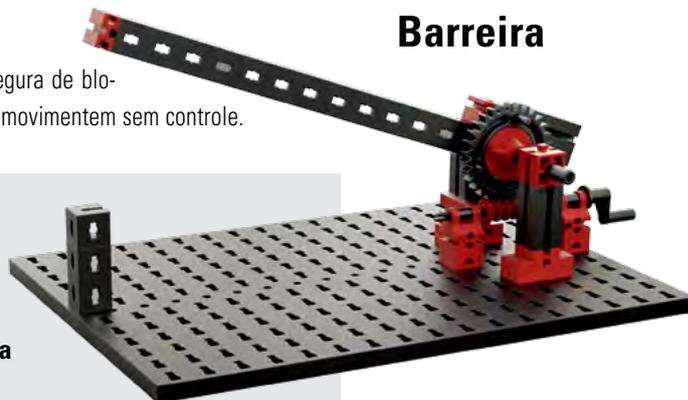
## Engrenagem helicoidal

### Barreira



#### Tarefa:

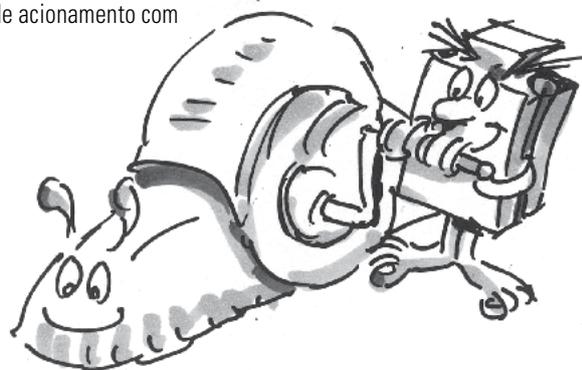
- **Construa o modelo de barreira.**
- **Gire a barreira com a manivela para cima. Quantas vezes você teve que girar a manivela para levantar a barreira na posição vertical?**
- **Tente empurrar a barreira para baixo com os dedos. O que percebeu.**



Com certeza você teve que girar a manivela algumas vezes para movimentar a barreira a 90°. E conseguiu puxar a barreira para baixo? Isto é o que se conhece como uma engrenagem autobloqueante. Com a manivela pequena, você pode levantar facilmente a barreira, conseguindo, assim, aumentar a força de acionamento com a engrenagem de parafuso helicoidal

#### A engrenagem de parafuso helicoidal possui várias vantagens:

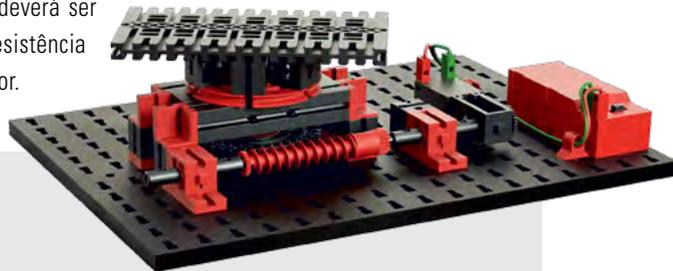
- **poupa espaço;**
- **reduz várias vezes a velocidade de rotação do acionamento;**
- **é autobloqueante;**
- **aumenta a força do acionamento;**
- **mas também modifica a direção do movimento de rotação de 90°.**



## Mesa rotativa

► O mecanismo da engrenagem de parafuso helicoidal é utilizado em muitas máquinas. Um exemplo simples é a mesa rotativa, o próximo modelo que você irá construir.

No caso deste modelo, a velocidade de rotação deverá ser reduzida e a direção de rotação modificada. A resistência da mesa rotativa carregada não deve parar o motor.



### Tarefa:

- **Construa a mesa rotativa.**
- **Coloque uma panela com água ou terra sobre o tampo da mesa rotativa, que se ajuste ao tamanho do tampo, sem peso exagerado.**
- **O motor pequeno consegue fazer girar a panela grande?**



## Engrenagem de rodas dentadas

► Neste capítulo você irá conhecer com mais detalhes as engrenagens de rodas dentadas. As rodas dentadas pertencem aos elementos de máquinas mais antigos e robustos. Elas existem de diferentes tipos e tamanhos.

Um funcionamento similar ao de uma engrenagem de roda dentada é utilizado em bicicletas. Entretanto, nesse caso as rodas dentadas são substituídas por rodas de corrente e por uma corrente.

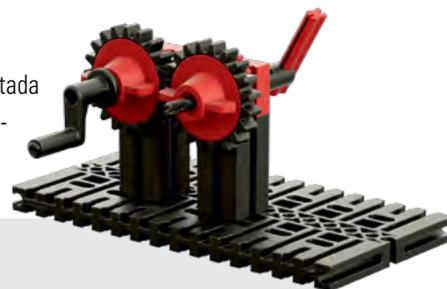
**Com engrenagens de roda dentada pode-se transferir e modificar movimentos rotatórios.**

**Uma engrenagem de roda dentada pode:**

- **passar adiante um movimento rotatório,**
- **modificar uma velocidade de rotação,**
- **aumentar ou diminuir uma força rotativa**
- **ou modificar uma direção de rotação.**

## Engrenagem de manivela

► Nos modelos seguintes, você irá construir engrenagens de roda dentada com rodas cilíndricas de dentado reto as quais são sempre utilizadas quando o movimento rotatório precisar ser transferido sobre um eixo paralelo.



### Tarefa:

- **Construa a engrenagem de manivela 1.**
- **Gire a manivela uma vez. Quantas vezes gira o eixo com a segunda roda dentada?**
- **Gire a manivela no sentido horário. Em que direção gira a roda movida e, desse modo, o segundo eixo?**



## Mechanic & Static 2

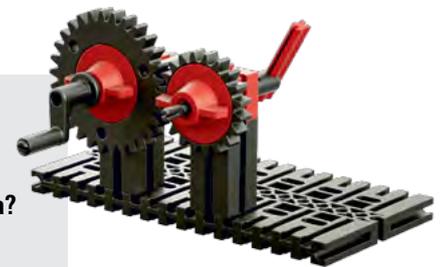
Se você quisesse movimentar um veículo dessa maneira, ele sairia do lugar muito lentamente. Além disso, iria andar de marcha ré. Este modelo pode mostrar como se constrói e calcula uma multiplicação simples.

### Cálculo da relação de multiplicação de engrenagens de rodas dentadas

|   | Roda de acionamento | Roda movida |
|---|---------------------|-------------|
| No. da roda                               | 1                   | 2           |
| Quantidade de dentes de uma roda dentada  | $Z_1$               | $Z_2$       |
| Número de rotações                        | $n_1$               | $n_2$       |
| Direção de rotação (à esquerda/à direita) |                     |             |

#### Tarefa:

- Construa a engrenagem de manivela 2.
- Gire a manivela uma vez. Quantas vezes gira o eixo com a segunda roda dentada?
- Gire a manivela no sentido horário. Em que direção gira a roda movida e, desse modo, o segundo eixo?



Se você quisesse movimentar um veículo dessa maneira, iria andar um pouco mais rápido do que com o primeiro modelo. Calcule, também para esta engrenagem, a multiplicação.

### Cálculo da relação de multiplicação de engrenagens de rodas dentadas

|   | Roda de acionamento | Roda movida |
|---|---------------------|-------------|
| No. da roda                               | 1                   | 2           |
| Quantidade de dentes de uma roda dentada  | $Z_1$               | $Z_2$       |
| Número de rotações                        | $n_1$               | $n_2$       |
| Direção de rotação (à esquerda/à direita) |                     |             |

## Rampa

► Você já esteve com sua bicicleta no alto de uma colina sem saber qual dos caminhos deveria escolher? A trilha íngreme, onde se ganha maior velocidade, ou o caminho plano, em que você vai mais devagar, mas consegue ir mais longe? Mas será que isso é verdade? É possível ir mais longe pela estrada plana do que pela trilha íngreme? Vamos verificar por meio de um experimento.

### Tarefa:

- **Construa o modelo "Rampa" com o veículo correspondente, conforme descrito no manual de montagem.**
- **Coloque o veículo precisamente na posição inicial, de forma que ele desça paralelamente à rampa. Meça a distância percorrida com uma fita métrica e insira o valor na tabela. Repita o procedimento mais duas vezes, afinal, três medições são melhores do que uma.**
- **Agora encurte a rampa em cerca da metade do comprimento, removendo alguns dos componentes. Repita então os três percursos de teste e insira os novos valores também na tabela.**

|                             | Rampa longa | Rampa curta |
|-----------------------------|-------------|-------------|
| 1. Trecho percorrido em cm: |             |             |
| 2. Trecho percorrido em cm: |             |             |
| 3. Trecho percorrido em cm: |             |             |

Você ficou surpreso? Não faz (quase) nenhuma diferença se a rampa é íngreme ou plana. O que influencia, portanto, a distância percorrida? Em nosso experimento, a energia posicional\* acumulada é também chamada de energia potencial. É a energia que um corpo tem por sua posição em altura. O automóvel sobre a rampa ou você com sua bicicleta no alto da colina. Ao se deslocar para cima, você transformou energia de movimento em energia potencial. Você pode transformar essa quantidade determinada de energia potencial novamente em energia de movimento ao descer a colina, chamada também de energia cinética. Independentemente se você a transforma com velocidade constante ou irregular, você percorre o mesmo trajeto.

(\*Outros efeitos físicos, com pouca influência no resultado, ficam de fora desta análise.)



► Você aprendeu muito, até agora, sobre engrenagens e pode testar o conhecimento através da construção de um modelo. Construa o veículo 1. Agora você tem, com o motor e a transmissão, a forma correta de acionar o veículo.



## Acionamento de veículos



Para conseguir andar mais rápido, construa o veículo 2. Este modelo movimenta-se 1,5 vezes mais rápido que o anterior. Mas esta transmissão tem alguns problemas.

O veículo 3 tem uma estrutura de transmissão "invertida" em relação ao veículo 2. Qual a diferença, no que se refere à velocidade, em comparação com os outros modelos?

Com as três engrenagens de rodas dentadas você construiu uma multiplicação 1:1 com velocidade de rotação invariável e o mesmo torque. O segundo modelo possui a relação de multiplicação de 1:1,5 e um torque reduzido. Isto significa que ele é mais rápido, mas possui menos "força". O veículo 3 possui a relação de multiplicação de 2:1 e movimenta-se, dessa maneira, mais lentamente do que os dois outros, por isso se denomina desmultiplicação. Este tipo de transmissão tem a vantagem de ser "mais forte", possuindo, assim, um torque maior. Este efeito é utilizado, por exemplo, no caso de um trator. Ele movimenta-se mais lentamente do que um caminhão, mas tem, em compensação, muito mais força.



► Para a troca de marcha de uma bicicleta, você tem três transmissões de engrenagens. Neste caso, a propulsão é dada por duas engrenagens, que chamamos na frente de pinhão grande e atrás de pinhão pequeno. Para subir uma montanha de bicicleta, você terá que trocar para uma relação de multiplicação menor, como 1:1, ou, quando fica muito íngreme, passa para 2:1.

## Engrenagem de rodas dentadas com correntes



Se as rodas tiverem de ser ligadas por grandes distâncias entre eixos, utiliza-se a denominada transmissão com mecanismos de tração, como, por exemplo, correntes ou correntes. Elas conectam entre si as rodas de acionamento, mantendo as partes da máquina em um determinado jogo de conjunto.





**Tarefa:**

- **Construa o veículo com acionamento de corrente; primeiramente só com uma manivela ao invés do motor.**
- **Gire a manivela uma vez. Quantas vezes gira a roda?**
- **Gire a manivela no sentido horário. Em que direção gira a roda?**

**Cálculo da relação de multiplicação de engrenagens de rodas dentadas**

|  | Roda de acionamento | Roda movida |
|--|---------------------|-------------|
| <b>No. da roda</b>                               | <b>1</b>            | <b>2</b>    |
| <b>Quantidade de dentes de uma roda dentada</b>  | $Z_1$               | $Z_2$       |
| <b>Número de rotações</b>                        | $n_1$               | $n_2$       |
| <b>Direção de rotação (à esquerda/à direita)</b> |                     |             |

Uma engrenagem desse tipo tem também na sua bicicleta. O percurso entre o acionamento do pedal e a roda traseira é conectado por uma corrente. Numa bicicleta de montanha ou de corrida não se tem, naturalmente, só uma marcha, mas sim várias marchas. Isso significa que se pode adaptar a velocidade dependendo da força e da velocidade de rotação a ser empregada e transmitida. As rodas dentadas não se denominam mais, neste caso, rodas dentadas retas, mas sim rodas de correntes.

Monte o motor no veículo com acionamento de correntes. Da mesma maneira funciona a multiplicação no caso de uma bicicleta motorizada ou motocicleta. Certamente você poderá, agora, construir uma motocicleta própria a partir das suas peças de montagem.

► Para tornar um veículo manobrável, existem diferentes sistemas.

Observaremos dois deles. O eixo de direção do seu veículo movido a motor e o eixo giratório do carrinho de puxar.

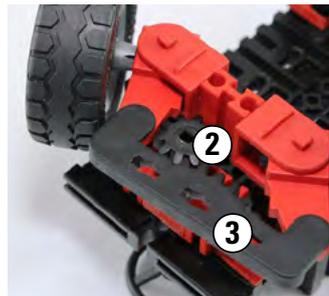
Nos eixos de direção modernos, as rodas não são movidas continuamente com o eixo (como ainda é feito no eixo giratório), são usadas rodas giratórias que são conectadas a um sistema de direção. A manobra de direção começa com o volante. Nele, há uma barra em cuja extremidade está presa uma pequena roda dentada. A engrenagem engata uma barra transversal que também possui dentes. Girando agora o volante para a esquerda ou direita, gira também a pequena roda dentada, que desloca a barra dentada para a esquerda ou direita. Na extremidade da barra dentada, encontram-se suportes de roda articuláveis presos com alavancas. A alavanca do suporte da roda é conectada à barra dentada. Quando a barra dentada é deslocada, a alavanca gira e com ela o suporte com a roda que está ligada a ele.



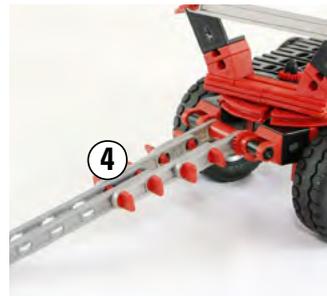
## Comparação entre eixo de direção e eixo giratório



1 Barra da direção



2 Engrenagem  
3 Barra dentada



4 Lança



5 Moente rotativo  
6 Truque  
7 Eixo



o eixo e as rodas. Este se encaixa em carro. A manobra é feita com uma

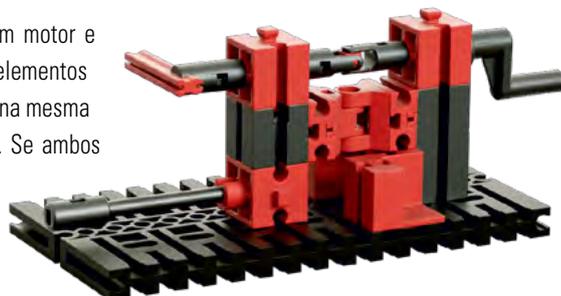
► O eixo giratório é o mais simples e mais antigo sistema de direção que o homem já desenvolveu. Ele é fácil de construir, robusto e pode ser fabricado até mesmo com madeira. Os celtas (cerca de 600–300 a.C.) o desenvolveram há muito tempo para seus carros. Justamente por ser simples e robusto, ele ainda é utilizado hoje em muitos reboques, carrinhos de mãos e carroças puxadas a cavalo.



O eixo giratório tem um suporte em forma de banco para um pino giratório fixado na placa de base do carro. A manobra é feita com uma barra (lança) que é presa no eixo giratório.

## Junta universal

► Na tecnologia de acionamento, temos geralmente um motor e uma máquina que deve ser operada. Geralmente, os dois elementos estão um pouco distantes um do outro, não se encontram na mesma altura, ou se movimentam ainda de um lado para outro. Se ambos fossem ligados por um eixo rígido, ele iria romper inevitavelmente. Um eixo flexível e maleável, por sua vez, seria muito fraco para transmitir grandes forças.



### Tarefa:

- **Construa a junta universal conforme descrito no manual de montagem.**
- **Mova a parte manobrável em diferentes posições, gire pela manivela e observe o movimento que o eixo deve executar, especialmente em uma posição de ângulo acentuado.**



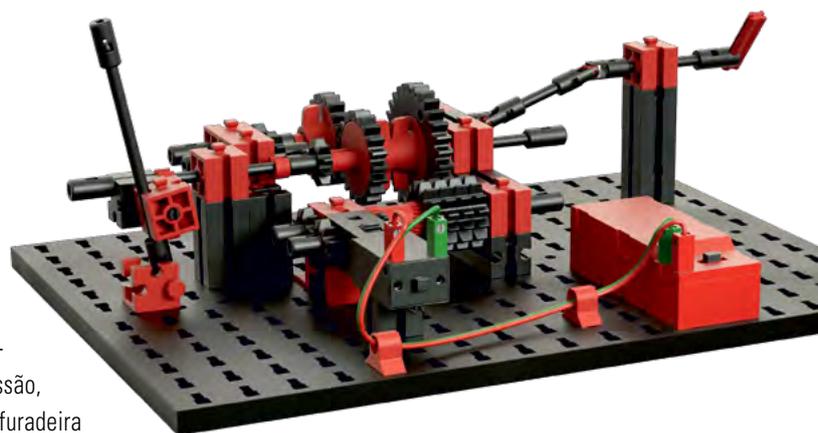
Não é surpreendente como se pode usar um movimento rotativo para dobrar um canto?

A junta universal, ou também eixo cardan, é uma articulação que é flexível e estável ao mesmo tempo.

Sem essa articulação, não seria possível fazer giros em muitas situações de nosso dia a dia. Um bom exemplo disso é o eixo cardan do próximo modelo "Caixa de câmbio".

## Caixa de câmbio com várias marchas

► Com a seguinte construção você irá ampliar a transmissão por rodas dentadas simples através de uma caixa de câmbio com várias marchas. Assim, origina-se uma transmissão, como aquela de um automóvel, uma furadeira ou uma motocicleta. No caso deste modelo, trata-se de uma engrenagem composta, isto é, uma engrenagem formada por mais de duas rodas dentadas. Pesquise o efeito de multiplicação de rodas dentadas e pares de rodas dentadas conectadas umas atrás das outras. O eixo "dobrado" duas vezes na saída da caixa de câmbio é algo muito especial. Com o eixo cardan, é possível deslocar espacialmente um movimento de rotação e ainda virar em uma curva. Isso é necessário, por exemplo, quando a parte a ser acionada oscila constantemente para cima e para baixo, como o eixo traseiro de um automóvel.



**Tarefa:**

- Construa a engrenagem.
- Conecte o motor e movimente a "alavanca de mudanças", lentamente, da 1ª para a 3ª marcha. Preste atenção para que as rodas dentadas de marcha encaixem exatamente uma com a outra.
- Anote as suas observações.



**Observação das marchas individuais**

| Número da marcha                     | 1 | 2 | 3 |
|--------------------------------------|---|---|---|
| Observação mais rápida / mais lenta  |   |   |   |
| Direção de rotação mesma / contrária |   |   |   |

Esta transmissão comanda a 3ª marcha em outra direção, em relação a 1ª e 2ª marchas. Isto é devido ao fato que aqui estão colocadas, em série, três rodas dentadas. Sempre que uma quantidade ímpar de rodas dentadas se encontrar em uma atrás da outra, a roda movida possui a mesma direção de rotação da roda de acionamento. Este efeito é utilizado, no caso de um automóvel, para movimentar-se de marcha à ré.

**Outras experiências:**

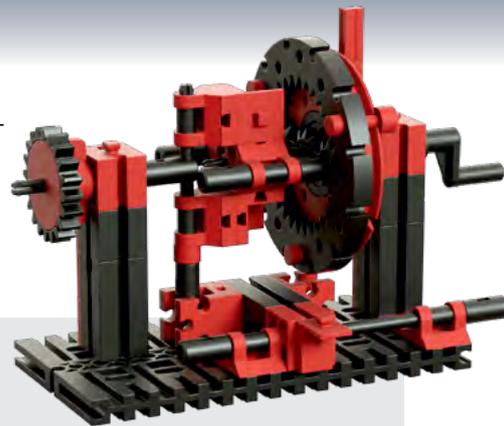
- Construa o seu próprio modelo com quantidades diferentes de rodas dentadas em série.
- Substitua o disco rotativo através de um tambor de cabos. Assim, você terá um guincho de cabos, como em um guindaste, para cargas pesadas diversas.
- Você pode montar, ainda, mais marchas na sua caixa de câmbio? Experimente com as rodas dentadas da caixa de componentes.
- Tarefa para peritos: construa uma caixa de câmbio com uma corrente.



## A engrenagem planetária



► Uma engrenagem planetária é um sistema complexo de diferentes tipos de rodas dentadas. É empregada em muitos equipamentos, como, por exemplo, em uma bateadeira ou como transmissão automática no automóvel. Neste caso, a construção é um pouco mais complicada.



### Tarefa:

- **Construa a engrenagem planetária.**
- **Gire a manivela, o "acionamento", e observe quantos eixos, rodas dentadas e acoplamentos de rodas dentadas podem, com isso, pôr em rotação.**

**Com a corredeira (assim é chamada a alavanca na parte inferior do modelo montado) poderá prender o suporte da roda planetária ou da roda com engrenagem interior, de maneira que uma das duas peças não gire mais.**

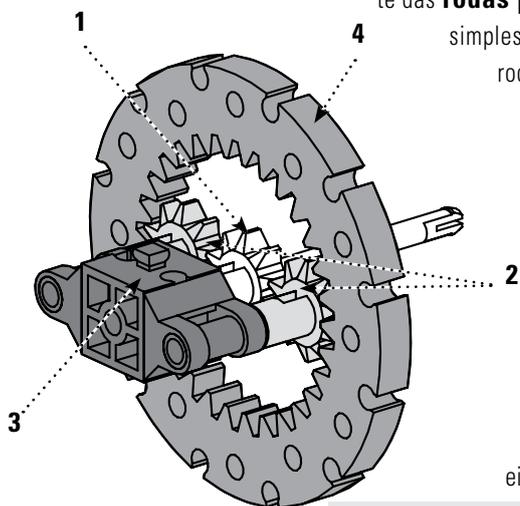


A função de uma engrenagem planetária é simples. Ela possibilita uma modificação da relação de multiplicação sob carga, isto é, sem separação do fluxo de forças entre o acionamento e o movimento. Através do dentado interno da roda com engrenagem interior, as rodas dentadas estão dispostas de modo especialmente compacto. Para a marcha à ré, não é necessário nenhum eixo adicional com pinhão de marcha à ré no caso de uma engrenagem planetária.

Ela consiste, no modo mais simples, de um **planetário central (1)**, **rodas planetárias (2)**, suporte das **rodas planetárias (3)** e roda com **engrenagem interior (4)**. No caso deste conjunto simples de rodas planetárias, o planetário central está localizado no centro sobre várias rodas planetárias, com uma roda com engrenagem interior de dentado interno de acoplamento efetivo. O planetário central, o suporte das rodas planetárias ou a roda com engrenagem interior podem, respectivamente, acionar, serem acionados ou serem travados. Para testar corretamente a transmissão, use a alavanca de corredeira.

Sem uma roda dentada adicional, a engrenagem deve ser ajustada através da imobilização do suporte das **rodas planetárias (3)**, de maneira que a movimentação ocorra uma vez através do suporte planetário e uma vez através da roda com engrenagem interior.

Este processo é utilizado nos automóveis, para engatar a marcha à ré. Para isso, o acionamento (a manivela) deve ser ligado com o planetário central e o acionamento do eixo com a roda com engrenagem interior.



### Tarefa:

- **Teste as características da transmissão planetária, imobilizando primeiramente o suporte das rodas planetárias e, a seguir, acionando a engrenagem da roda com engrenagem interior.**
- **Complete a seguinte tabela:**

| Acionamento        | Roda de engrenagem interior | Suporte de rodas planetárias |
|--------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Direção de rotação |                             |                              |
| Desmultiplicação   |                             |                              |



## Mechanic & Static 2

► Com a roda cônica, você irá conhecer, agora, uma transmissão simples de rodas dentadas.



### Tarefa:

- Construa o modelo da engrenagem.
- Observe como se modificam a velocidade de rotação, a direção de rotação e o torque neste modelo.



Esta engrenagem somente modifica a direção do movimento rotativo em 90°; a velocidade de rotação e o torque permanecem os mesmos.



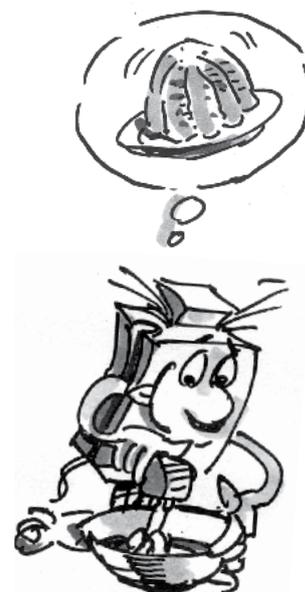
► Neste modelo serão combinadas a engrenagem cônica e a planetária. Construa conforme indicado no guia de montagem.

A bateadeira é um modelo para verdadeiros profissionais. Você conhece todas as rodas dentadas e tipos de engrenagens que atuam conjuntamente nesse aparelho?

Este modelo poderá ser modificado. Construa-o de acordo com suas ideias. Pode-se colocar um copo sobre o suporte para misturar o seu conteúdo.

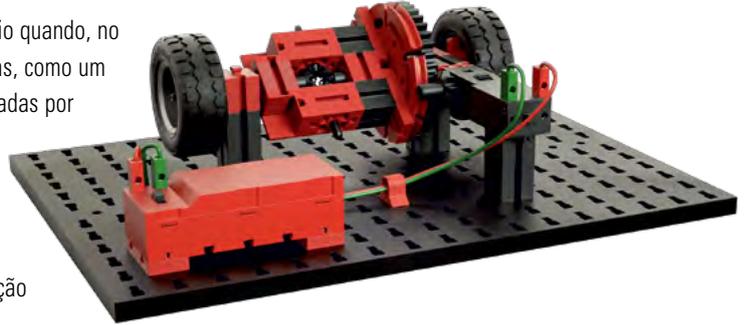
## Engrenagem cônica

## Máquinas de cozinha



## Diferencial

► Um diferencial é sempre necessário quando, no caso de um veículo de faixas múltiplas, como um automóvel, várias rodas serão associadas por um único eixo. Os diferenciais satisfazem duas funções: a distribuição de potência de acionamento sobre dois eixos e a compensação das diferenças de velocidade de rotação entre estas ramificações.



Nesta função, o diferencial é empregado em dois pontos:

**Diferencial de eixo:** é empregado, para distribuir a potência do eixo cardan para dois eixos de acionamento para as rodas.

**Diferencial central:** é empregado entre dois eixos, para distribuir a potência entre o eixo dianteiro e traseiro.

### Tarefa:

- **Construa o modelo da engrenagem.**
- **Observe como se modificam a velocidade, a direção de rotação e o torque neste modelo. Mantenha presa, além disso, alternadamente, uma ou outra roda movida, e depois o corpo rotativo (a tomada das rodas cônicas centrais) no centro.**
- **Anote as suas observações na tabela.**



| Manter presa          | Roda movida 1 | Roda movida 2 |
|-----------------------|---------------|---------------|
| Velocidade de rotação |               |               |
| Direção de rotação    |               |               |

### A função do diferencial.

A aplicação mais frequente é encontrada em automóveis: quando se faz uma curva com um veículo, a roda externa percorre uma distância maior do que a roda no interior da curva. Sem diferencial, as rodas acionadas iriam friccionar sobre a rodovia e se desgastar rapidamente.

O diferencial no eixo tem ainda outra propriedade: ele divide os torques em proporções idênticas (50:50) e os conduz para as rodas.

► A plataforma com mecanismo de pantógrafo mostra como se pode transformar um movimento rotativo num movimento paralelo de elevação e abaixamento, com a ajuda de um fuso roscado, articulações e alavancas.

## Plataforma com mecanismo de pantógrafo



Plataforma

Ponto de rotação

Braço articulado

### Tarefa:

- Construa a plataforma com mecanismo de pantógrafo.
- Coloque um copo com água sobre a plataforma.
- Como se movimentam a plataforma e o copo quando a manivela é girada?

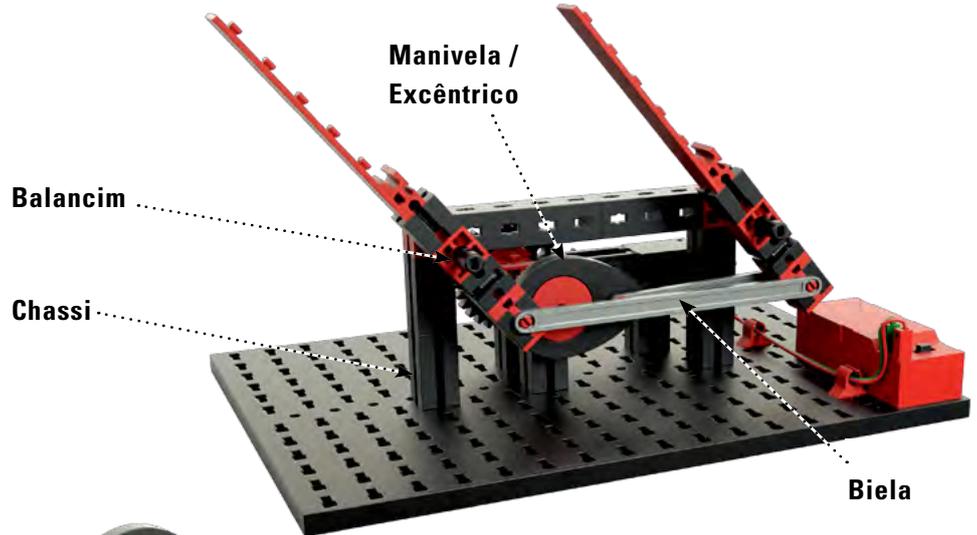


O fuso roscado movimenta a porca do parafuso sem-fim em um movimento de vaivém. Com esse movimento, a plataforma será movimentada para cima e para baixo através da articulação. Como o ponto de rotação de ambas as articulações encontra-se no centro comum, o avanço, ou seja, o movimento de elevação e abaixamento da plataforma, ocorre paralelamente ao fuso roscado. Ambas as articulações fazem o mesmo percurso, como no caso de uma tesoura.

# Mecanismo de biela

## Para-brisas

► Você sabe, de fato, como funciona um limpador de para-brisas? O próximo modelo a ser montado irá mostrar isto. Neste caso, um movimento rotativo será transformado num movimento de vaivém ou oscilatório. Para isso, é necessário um disco de manivela ou excêntrico. Este mecanismo é denominado de mecanismo de manivela e biela oscilante. Ele transforma um movimento rotativo em um movimento em linha reta e é constituído, como uma cadeia dupla de quatro articulações, das seguintes peças:



## Corrente de quatro articulações



► A corrente de quatro articulações consiste, como o nome já indica, de quatro articulações, ou seja, pontos nos quais algo pode girar. Uma representação simplificada da corrente de quatro articulações mostra como ela funciona. Você reconhece os componentes?

**Tarefa:**

- **Construa a corrente de quatro articulações.**
- **Observe como os componentes individuais funcionam entre si.**
- **Quais os componentes que se movimentam e os que não se movimentam?**

**Descreva o tipo dos movimentos na tabela.**

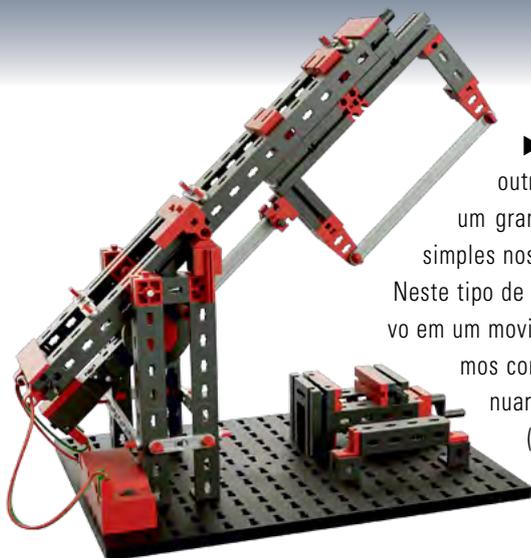
| Componente | Movimenta-se (sim/não) | Tipo de movimento |
|------------|------------------------|-------------------|
| Manivelas  |                        |                   |
| Biela      |                        |                   |
| Balancim   |                        |                   |
| Chassi     |                        |                   |



O chassi é rígido e assimila os movimentos. A manivela deve realizar rotações completas e a biela transfere o movimento da manivela para o balancim. O balancim descreve, no seu movimento, somente um arco, pois está apoiado no chassi.

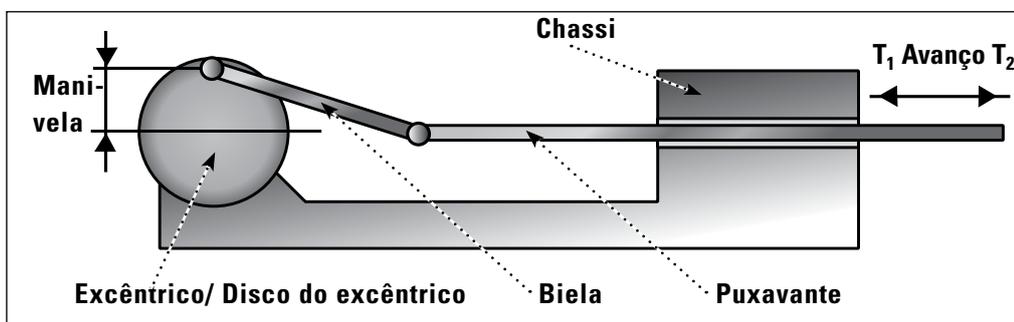
Para que o mecanismo funcione, os comprimentos dos quatro componentes do balancim de manivela devem estar numa determinada relação entre si.

## Mechanic & Static 2



► O balancim de manivela também é utilizado em outros setores. Há muito tempo, a serra de arco foi um grande auxiliar dos metalúrgicos. A sua construção simples nos ajudará a entender o mecanismo de biela.

Neste tipo de mecanismo é transformado um movimento rotativo em um movimento de vaivém em linha reta. Os pontos extremos correspondentes, nos quais a serra não pode continuar a movimentar-se, são designados pontos mortos ( $T_1$  e  $T_2$ ).



### Tarefa:

- Construa o modelo do mecanismo.
- Meça o avanço da tua serra.

## Serra de arco



Com a alavanca de travamento (à direita do eixo da serra de arco), é possível fixar o arco da serra na posição superior.

► Para determinar o preço de uma mercadoria, há mais de 4.000 anos se comparava a quantidade da mercadoria com pesos. Isto era feito com o auxílio de uma balança de pratos: colocava-se em um dos pratos os pesos padrões e, no outro, a mercadoria que se desejava medir, até que a balança ficasse em equilíbrio. No caso do modelo que você irá construir, é uma barra apoiada no ponto de rotação central que possui nas extremidades dois pratos. Ambos os indicadores, no meio da barra da balança, devem encontrar-se alinhados quando do equilíbrio das forças.

### Tarefa:

- Construa a balança de pratos.
- Coloque sobre os pratos da balança uma peça qualquer.
- A balança está em equilíbrio?
- Procure, a seguir, dois objetos que tenham, na sua opinião, a mesma massa. Coloque-os sobre os pratos da balança.
- A sua hipótese foi confirmada?



Essa balança funciona conforme o princípio da alavanca de comprimentos iguais. Uma alavanca é uma barra reta, apoiada em um ponto de rotação (ponto de apoio) sobre o qual atuam duas forças. A distância entre os pontos de aplicação das forças e o ponto rotativo denomina-se braço de alavanca. Ambos os lados do ponto rotativo são de mesmo comprimento e têm o mesmo peso. O princípio desta balança é o mesmo de uma gangorra. Para que a alavanca fique em equilíbrio, os pesos que contatam as alavancas e a sua distância em relação ao ponto rotativo da balança devem ser iguais.

## Alavanca

### Balança de pratos



## Balança com peso cursor

► É necessário um pouco de paciência para encontrar dois pesos que sejam exatamente iguais. Uma evolução da balança de pratos é a balança com um peso cursor. Esta balança também funciona baseada no princípio da alavanca de mesmo comprimento, só que aqui os torques serão mudados. Ambos os lados do ponto rotativo são os braços de força. Quanto mais para fora de um braço de força um peso ficar suspenso, maior será a sua força. Auxiliado pela corrediça, o torque poderá ser modificado em um braço de força. O braço, juntamente com o prato da balança, é denominado braço de carga.



### Tarefa:

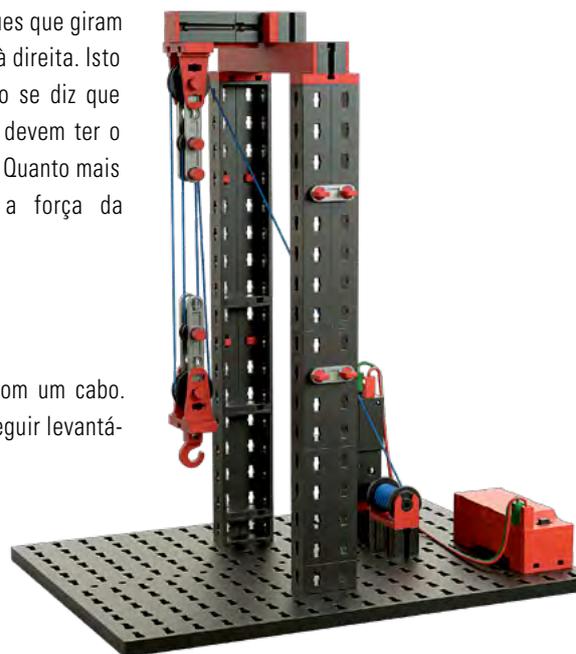
- **Construa a balança com braço de força e de carga e peso cursor.**
- **Regule o peso cursor de maneira que a balança fique em equilíbrio sem carga. O indicador, no meio da balança, irá ajudar nesse caso.**
- **Coloque um peso no prato da balança. Equilibre com o peso cursor.**



Para que uma alavanca esteja em equilíbrio, a soma dos torques que giram à esquerda deve coincidir com a soma dos torques que giram à direita. Isto parece complicado, mas não é assim tão difícil. A princípio se diz que ambos os braços, à esquerda e à direita do ponto rotativo, devem ter o mesmo peso, mas não necessitam ter o mesmo comprimento. Quanto mais afastado do ponto rotativo o peso estiver, maior é a força da alavanca e, com isso, o seu peso.

► Imagine que você queira puxar uma pessoa para cima com um cabo. Apesar de ela ter o mesmo peso que o seu, somente irá conseguir levantá-la com enorme esforço.

A roldana de cabos no teto ajudará a segurar, mas não a levantar. O modelo de talha oferece, porém, algumas possibilidades para que se possa levantar facilmente cargas pesadas.



## Roldanas de cabos – Talha



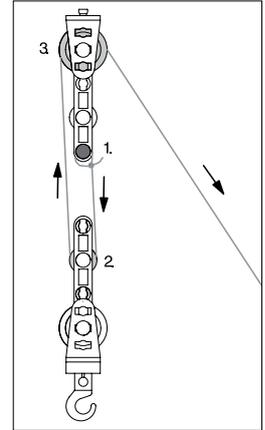
### Talha com 2 roldanas

Tarefa:

- Construa o modelo da talha com 2 roldanas (uma fixa e uma livre).
- Pendure um peso no gancho.
- Puxe no cabo e meça o quanto se deve puxar para levantar a carga a 10cm. É necessário para isso de muita força?
- Anote as suas observações na tabela.

|            | Comprimento da tração em cm | Esforço conforme a percepção | Quantidade de cabo utilizado |
|------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 2 roldanas |                             |                              |                              |

No caso deste modelo, a força utilizada foi reduzida à metade. O que aconteceu com o comprimento do cabo necessário para executar essa tração?



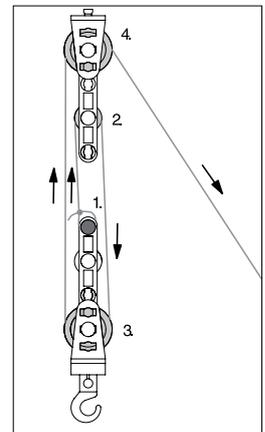
### Talha com 3 roldanas

Tarefa:

- Amplie o primeiro modelo para uma talha com 3 roldanas. Veja os detalhes no Guia de Montagem..
- Puxe novamente o cabo e meça o quanto tem que puxar agora para levantar a carga a 10cm. Você precisou, para isso, realizar muita força?
- Anote e compare as suas observações na tabela.

|            | Comprimento da tração em cm | Esforço conforme a percepção | Quantidade de cabo utilizado |
|------------|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|
| 3 roldanas |                             |                              |                              |

Agora que você conhece o modo de atuação de uma talha, poderá construí-la com quatro roldanas. Além disso, será montado o motor como substituto para a tração manual.



### Talha com 4 roldanas

Tarefa:

- Amplie o modelo para uma talha com 4 roldanas e motor.
- Fixe um peso relativamente grande no gancho.
- O motor consegue elevar o peso?

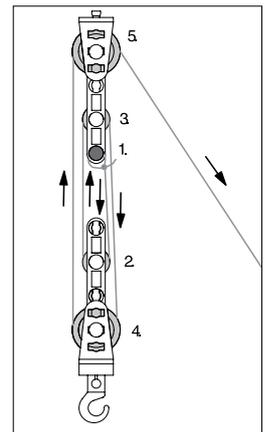
Para levantar cargas pesadas com pouca força, é necessária uma talha com duas, quatro ou seis roldanas. Se negligenciarmos o peso das roldanas e as forças de atrito, a talha reduz a força conforme a quantidade de roldanas: pela metade, a um quarto e, respectivamente, a um sexto.

No caso desta talha, o motor somente deve levantar 1/4 da carga.

Ela possui, porém, uma desvantagem: quando a carga precisar ser elevada em 10cm, quanto deverá ser utilizado de cabo?

- 10 cm     20 cm     30 cm     40 cm

A física conhece o modo de trabalho da talha e encontrou um princípio que é conhecido como "regra de ouro". Ela afirma que: "O trabalho não pode ser poupado, tudo o que é poupado em força, deverá ser consumido em tempo e percurso!"



## O mundo da estática

### Mesa

► A estática estuda as condições sobre quais as forças que interagem com um corpo que se encontra em equilíbrio. Ela é, com isso, o princípio para todos os cálculos e desenhos de estruturas como pontes ou casas.

Sobre os componentes da estática atuam diferentes cargas. O peso de uma construção é denominado carga própria. O peso de pessoas, móveis, pratos e até de automóveis é denominado carga de trânsito.

► Mesmo a sua mesa é um objeto estático. Ela suporta tanto o seu próprio peso, ou seja, a carga própria, quanto as cargas de trânsito. Estas são pratos, xícaras, comidas ou bebidas que estejam sobre a mesa, mas também os choques inadvertidos na mesa.

Para que uma mesa possa absorver todas essas cargas, ela necessita de uma quantidade de estruturas estáticas.

Escora

Reforço



#### Tarefa:

- Construa a mesa.
- Preste atenção para que as escoras estejam bem ligadas.
- Sobrecarregue a mesa, primeiramente, por cima. A seguir, pressione lateralmente contra o tampo da mesa e, posteriormente, contra uma perna da mesa. O que acontece em cada caso?



As características estáticas deste modelo são as pernas de mesa esquadrihadas. Elas são estáveis devido ao esquadrihado. A construção do quadro da mesa é escorado e reforçado adicionalmente. Com as escoras amarelas entre as pernas da mesa, o quadro é estabilizado contra pressão e tração.

Os pontos altos da estática são, entretanto, os pontos de conexão, formados por triângulos. Os triângulos permanecem estáveis quando as varetas, nos pontos de conexão, possuírem articulações móveis. Tais triângulos são denominados triângulos estáticos. A mesa modelo é, do ponto de vista estático, triplamente estável na estática, todos os pontos de conexão são denominados de nós.

#### Tarefa:

- Remova os reforços e sobrecarregue a mesa. Qual o efeito ocasionado sobre a estática da mesa?
- Recoloque os reforços. Remova as escoras. Sobrecarregue a mesa novamente. O que ocorre com a estabilidade da mesa neste caso?
- A seguir, desmonte novamente também os reforços. Sobrecarrega a mesa. O que pode observar?

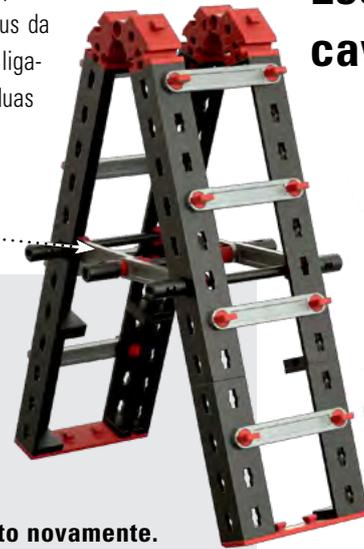


## Mechanic & Static 2

► Uma construção estática muito fácil é a da escada de cavalete. Ela também possui pernas com esquadrias que são escoradas. Os escoramentos servem como degraus da escada. A escada de cavalete é constituída de duas escadas individuais, que estão ligadas em um ponto rotativo na parte superior. Além disso, é colocado um reforço nas duas escadas na parte inferior.

### Escada de cavalet

Reforço



#### Tarefa:

- Primeiro construa a escada de cavalete sem o reforço.
- Erga a escada de cavalete e sobrecarregue-a, por pressão, sobre os degraus e o ponto rotativo superior. A escada permanece estável?
- Monte, a seguir, o reforço na escada. Realize o experimento novamente. A escada permanece, agora, estável?



Uma escada de cavalete é constituída de duas metades iguais, que estão presas em cima com um ponto rotativo. Conforme o ângulo de posicionamento de ambas as metades, a escada permanece em pé, mesmo sem reforço. Mas, a partir de um determinado ponto, os "pés" da escada escorregam e as metades são afastadas. Com o reforço, a escada será estabilizada.

► Uma ponte ideal deve possuir quatro qualidades: ser segura, longa, barata e ter um bom aspecto. Construindo o modelo proposto, você irá conhecer alguns conceitos sobre a construção de pontes.

### Ponte de travessa



#### Tarefa:

- Construa o moelo da ponte.
- Sobrecarregue a ponte no centro.
- Onde poderia ser utilizada esta ponte?



Para cargas e vão livre reduzidos, esta ponte de travessa é extraordinariamente adequada. Ela satisfaz todas as exigências. Entretanto, se a distância entre os apoios for maior, a ponte perde a sua estabilidade.

## Ponte com viga de sustentação inferior

► A ponte com viga de sustentação inferior lembra as pontes suspensas, que são tencionadas sobre abismos. Porém, ela não tem nada em comum com a construção de uma ponte suspensa. Você vai saber o porquê nas experiências com o modelo.



### Tarefa:

- Amplie o primeiro modelo da ponte para uma ponte com viga de sustentação inferior.
- Sobrecarregue a ponte no centro. Utilize, desta vez, uma carga um pouco mais pesada.



O teste de carga irá determinar que a ponte é estável e pode absorver grandes forças de pressão. A ponte com viga de sustentação inferior funciona com o modo construtivo de treliças, que é dequado para grandes sobrecargas, mas não é adequado para grandes vãos livres. Os maiores vãos são atingidos com pontes suspensas, as quais não podem absorver forças assim tão grandes. A ponte com viga de sustentação inferior e a ponte suspensa somente se parecem; entretanto, são completamente distintas do ponto de vista estático.

## Ponte com viga de sustentação superior

► Vãos livres consideravelmente mais longos e maiores cargas podem ser absorvidos pela ponte com banço superior (viga de sustentação superior). Ela também possui uma construção em treliça, escoras, reforços e triângulos.



### Tarefa:

- Construa a ponte com viga de sustentação superior.
- Sobrecarregue a ponte novamente no centro.
- Como se modificou a estabilidade da ponte?
- Identifique, no desenho, todos os elementos estáticos que ele tem: o banço superior, as escoras, os reforços e os apoios..



Esta forma de ponte é mais sobrecarregável do que a ponte de travessa. A força de pressão não é, agora, transferida somente para uma barra, mas, distribui-se sobre os demais componentes. O banzo superior é constituído de diagonais cruzadas, que estão fixadas nos nós superiores dos elementos laterais. As diagonais no banzo superior impedem uma torção da ponte. Se as escoras sobressaírem para cima, esta construção de ponte é designada como estrutura suspensa.

► Você deseja atingir distâncias mais longas do que com as estruturas treliçadas? Que tal usar uma ponte estaiada? Ela é bem longa, visualmente impactante – mas será que suporta cargas?

## Ponte estaiada



### Tarefa:

- **Construa a ponte estaiada.**
- **Carregue a ponte à esquerda e à direita do pilar central com um peso e compare a estabilidade com as construções treliçadas.**



Como sua ponte estaiada se saiu na comparação? Como a ponte pode ser tão estável apesar de ser sustentada somente por cabos\*? Vou te contar: os cabos e sua disposição são o segredo. A ponte é constituída por três componentes principais: um pilar central (postes), cabos de aço e a plataforma da ponte. E sua alta capacidade de carga é atribuída à sua construção refinada.

As forças verticais, que puxam a plataforma para baixo, são transmitidas pelos cabos ao pilar central, que as transfere para o solo. Assim, a ponte estaiada não apenas impressiona visualmente, ela também pode se estender a 1.000 metros – de um pilar ao outro.

(\*No seu modelo, escoras fazem o papel de cabos.)

# Guindaste

► No caso dos modelos construídos até o momento, exploraram-se alguns conceitos relacionados à mecânica, alavanca e estática. No modelo final, esses conceitos serão relacionados entre si. O guindaste permite reconhecer a relação dos componentes e grupos construtivos e testar a estática quanto à sua capacidade de carga.

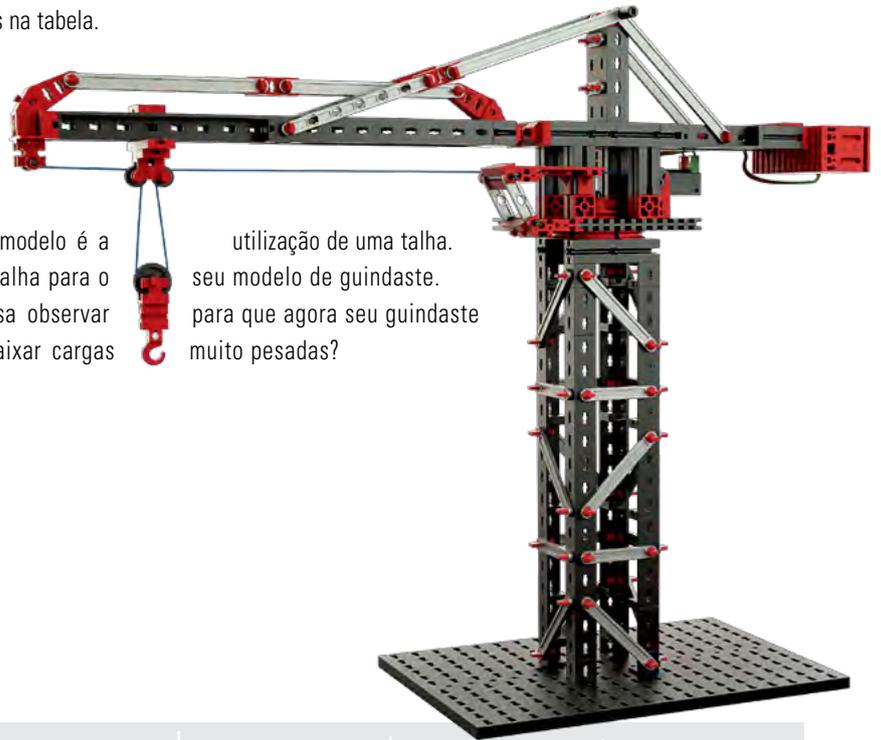
**Tarefa:**

- **Construa o guindaste conforme descrito no manual de montagem.**
- **Monte primeiro a torre fixa com suas armações. Você conhece os elementos estáticos que são utilizados? Anote-os na tabela.**
- **Em seguida, construa a lança com a cabeça giratória. A lança do guindaste é um tipo específico de alavanca. Mas como o guindaste mantém seu equilíbrio? Como a lança é estabilizada? Preencha também esta parte da tabela.**
- **Para que serve o carrinho na lança? Movimente-o e veja o que acontece com a altura do gancho.**



Para o levantamento de cargas, estão à disposição os diferentes tipos de engrenagens do kit.

- Monte as engrenagens possíveis no seu modelo de guindaste.
- Compare os seus modos de funcionamento.
- Anote os resultados na tabela.



O ponto alto do seu modelo é a

- Desenvolva uma talha para o
- O que você precisa observar consiga erguer e abaixar cargas

utilização de uma talha. seu modelo de guindaste. para que agora seu guindaste muito pesadas?

| Grupo construtivo                 | Vantagem / Especialidade | Possibilidades de emprego | Componente |
|-----------------------------------|--------------------------|---------------------------|------------|
| Mecânica                          |                          |                           |            |
| Engrenagem de parafuso helicoidal |                          |                           |            |
| Estática                          |                          |                           |            |
| Alavanca                          |                          |                           |            |