

Laboratório de MECÂNICA

Construções 1 a 30

- | | |
|--|---|
| 1 - Empilhar duas vigas | 16 - Construir uma alavanca de classe 3: pinça |
| 2 - Empilhar vigas com duas cavilhas | 17 - Construir o ponto de apoio e o peso |
| 3 - Unir as vigas | 18 - Montar e testar uma alavanca com vantagem mecânica |
| 4 - Empilhar três vigas | 19 - Montar e testar uma alavanca mecanicamente neutra |
| 5 - Empilhar as vigas perpendicularmente | 20 - Montar e testar uma alavanca sem vantagem mecânica |
| 6 - Empilhar com uma viga angular | 21 - Montar uma balança |
| 7 - Construir um quadrado com vigas | 22 - Construir e testar um balancé |
| 8 - Empilhar quatro vigas | 23 - Montar o suporte de teste para rotação inversa |
| 9 - Construir um cuboide | 24 - Construir e testar a marcha direita |
| 10 - Construir uma ponte simples | 25 - Montar e testar o movimento recíproco |
| 11 - Montar rodas dentadas numa haste | 26 - Construir e observar a rotação de ângulo reto |
| 12 - Usar polias | 27 - Montar uma caixa de velocidades vertical |
| 13 - Construir uma alavanca de classe 1: tenaz | 28 - Construir uma caixa de velocidades horizontal-vertical |
| 14 - Construir uma alavanca de classe 2: quebra-nozes | 29 - Uma máquina de guerra antiga: o aríete |
| 15 - Construir uma alavanca de classe 2: carrinho de mão | 30 - Construir uma catapulta |



AVISO!

Exclusivo para crianças de 8 anos ou mais. As instruções para supervisão de adultos estão incluídas e devem ser respeitadas cuidadosamente.

ATENÇÃO

De forma a assegurar o correto funcionamento do motor elétrico, durante a produção foi adicionado um lubrificante. Esta substância suporta elevadas temperaturas. Se o motor incluído no kit estiver sujo devido ao lubrificante, poderá limpar com um pano. O lubrificante utilizado não é tóxico nem perigoso.

Lê e guarda este manual para referência futura.

FABRICANTE: Clementoni S.p.A.
Zona Industriale Fontenoce s.n.c.
62019 Recanati (MC) - Italy
Tel. : +39 071 75811 - Fax : +39 071 7581234
www.clementoni.com

FILIAL EM PORTUGAL : Clementoni Portugal
Edifício Alfacinha
Rua Manuel da Silva Leal nº1C, escritório 2 - 1600 -166 Lisboa
Telef.: +351 21 093 77 12 - Fax: +351 21 096 86 73
www.facebook.com/ClementoniPortugal

INSTRUÇÕES PARA OS ADULTOS RESPONSÁVEIS PELA SUPERVISÃO: este brinquedo é adequado para crianças a partir dos 8 anos. É recomendada a supervisão por um adulto durante a montagem e ao manusear e instalar os componentes elétricos.

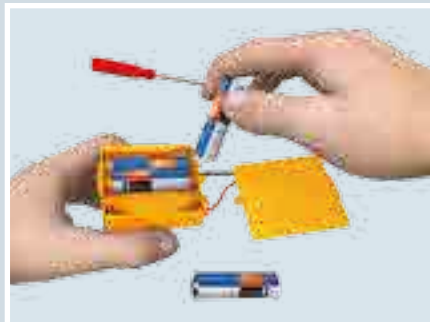
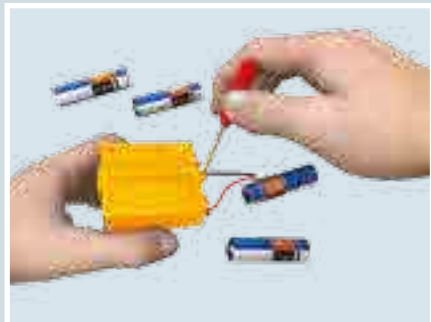
REMOVER E INSTALAR AS PILHAS

Certifica-te de que o equipamento está desligado.

- 1 Utiliza uma chave de fendas para desapertar os parafusos que fixam a tampa ao compartimento das pilhas.
- 2 Remove as pilhas usadas.
- 3 Insete-as (4 x 1,5V AA/LR6). Certifica-te de que os polos positivo e negativo das pilhas correspondem à indicação no compartimento das pilhas.
- 4 As pilhas têm de ser inseridas por um adulto.
- 5 Fecha o compartimento das pilhas e aperta o parafuso.
- 6 Certifica-te de que o equipamento está a trabalhar corretamente.

COMO INSERIR AS PILHAS

Pede ajuda a um adulto



Fonte de alimentação: d.c. 6V

PILHAS: 4 x 1,5V AA/LR6

Pilhas não incluídas.

OUTRAS RECOMENDAÇÕES:


- As pilhas são perigosas se forem engolidas. Mantê-las fora do alcance das crianças.
- Remover as pilhas se o brinquedo não for utilizado durante um longo período de tempo.
- Não tentar abrir as pilhas.
- Não colocar as pilhas no fogo.

INDICAÇÕES PARA A UTILIZAÇÃO CORRETA DOS BRINQUEDOS COM PILHAS SUBSTITUÍVEIS

ATENÇÃO!

- A instalação deve ser efetuada por um adulto.
- As pilhas têm de ser colocadas de acordo com a polaridade correta + e - indicada nas próprias pilhas.
- As pilhas gastas devem ser retiradas do jogo.
- Não colocar os terminais em curto-circuito.
- Não tocar de forma alguma nos contactos que se encontram dentro do compartimento das pilhas, para evitar possíveis curto-circuitos.
- As pilhas recarregáveis têm de ser removidas antes de serem recarregadas, realizar o carregamento apenas com a supervisão de um adulto.
- As pilhas não recarregáveis não podem ser recarregadas.
- Não misturar tipos diferentes de pilhas ou pilhas novas com usadas.


INSTRUÇÕES PARA A ELIMINAÇÃO DAS PILHAS

 O símbolo indica que as pilhas gastas devem ser tratadas de acordo com a legislação ambiental em vigor. Os símbolos químicos do mercúrio (Hg), cádmio (Cd) e/ou chumbo (Pb), que aparecem por baixo do símbolo do caixote do lixo com uma cruz, indicam a presença na pilha de uma significativa percentagem da substância indicada. Essas substâncias são altamente nocivas para o ambiente e para a saúde humana. A correta eliminação das pilhas permite o isolamento e o tratamento das substâncias nocivas e permite a reciclagem das matérias primas de valor, diminuindo os efeitos negativos para as pessoas e o meio ambiente. Colocar as pilhas gastas nas lixeiras ou no meio ambiente aumenta consideravelmente o risco de poluição da água. Nos termos da Diretiva Europeia 2013/56/UE é proibido tratar as pilhas e os acumuladores como resíduos urbanos e os consumidores estão obrigados a participar na recolha separada de forma a facilitar o tratamento e a reciclagem dos mesmos.


COMO TRATAR AS PILHAS:

Antes de deitar fora as pilhas, descarregá-las completamente ligando o aparelho até as mesmas se descarregarem completamente. Remover as pilhas do aparelho antes do tratamento. Tratar as pilhas em conformidade com as normas em vigor colocando-as nos específicos contentores se disponíveis ou então entregá-las num centro de recolha autorizado ou no local de venda onde foi efetuada a compra. A devolução é gratuita! Estão previstas sanções no caso de tratamento incorreto.


INSTRUÇÕES PARA A ELIMINAÇÃO DE EQUIPAMENTO ELÉTRICO E ELETRÓNICO SUJEITO A RECOLHA DIFERENCIADA


IMPORTANTE! O símbolo do caixote do lixo com uma cruz  indica que, nos países da União Europeia (Dir.2012/19/UE) e naqueles que adotam sistemas de recolha separada, todos os componentes do produto identificados com este símbolo (ou dessa forma indicados nas instruções do jogo) estão sujeitos à obrigação de recolha separada no fim do seu ciclo de vida. É proibido tratar esses componentes como resíduos urbanos mistos.

COMO TRATAR O EEE :

- É obrigatório recolher separadamente apenas os componentes identificados com o símbolo  (ou indicados na documentação como tal) e entregá-los nos centros de recolha específicos para esse fim ou, se possível, devolver o produto que deseja descartar ao seu revendedor no ato de compra de um produto semelhante ou gratuitamente se o tamanho externo do componente for inferior a 25 cm.
- Os utilizadores do produto desempenham um papel determinante para permitir o correto tratamento do equipamento elétrico e eletrónico no fim da sua vida útil. Por isso, é importante que cada utilizador tenha consciência do seu papel e recicle sempre os resíduos elétricos/eletrónicos de acordo com a norma em vigor, contribuindo desta forma para a sua correta gestão e facilitando a sua reutilização, reciclagem e/ou recuperação.


ATENÇÃO!

Os componentes identificados com o símbolo  contêm substâncias nocivas para o meio ambiente e para a saúde humana, por isso é proibido tratá-los como resíduo urbano indiferenciado ou com os outros resíduos domésticos. O tratamento incorreto pode implicar danos para o meio ambiente e é sancionado nos termos da lei. É proibido utilizar esses componentes de forma imprópria e, particularmente, é proibido desmontar os componentes elétricos e eletrónicos do brinquedo e utilizá-lo se danificado. Estes comportamentos podem provocar danos para a saúde.

Nota: a informação acima diz respeito exclusivamente aos componentes do brinquedo identificados (ou aos indicados na documentação como tal) marcados com o símbolo. 

ATENÇÃO! Os outros componentes do brinquedo (fichas, acessórios, etc.) e a embalagem não estão sujeitos às indicações acima indicadas e devem ser tratados de acordo com o previsto nas normas em vigor. Esses componentes não têm de ser entregues aos centros de recolha de equipamentos elétricos e eletrónicos nem devolvidos ao revendedor no ato de compra de um produto novo.

Os utilizadores domésticos (não profissionais) são convidados a contactar o seu vendedor, os departamentos públicos dedicados ao tratamento de resíduos ou o Serviço de Apoio a Clientes da: **CLEMENTONI S.p.A.** (Tel. +39 071 75811; fax +39 071 7581234; e-mail: info@clementoni.it) para qualquer informação inerente à eliminação correta do produto.

 Inscrição no Registo de produtores de equipamentos elétricos ou eletrónicos (EM CURSO).

INTRODUÇÃO

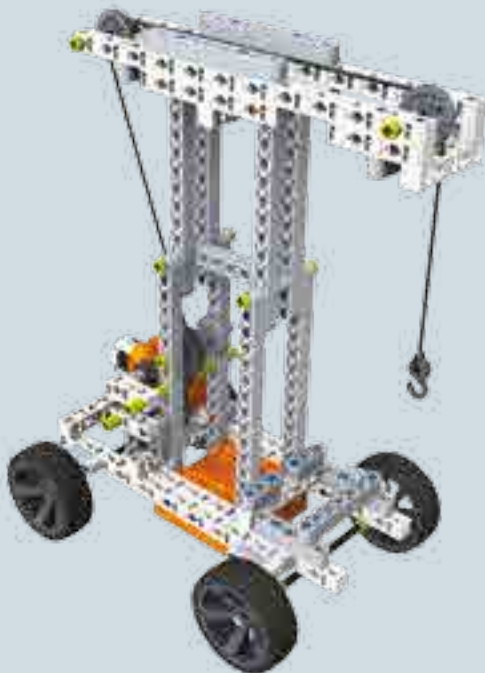
O **LABORATÓRIO DE MECÂNICA** é um sistema de brinquedo de construção que permite às crianças criar todos os tipos de máquinas, desde modelos simples como tenazes, pinças e carrinhos a estruturas mais complexas, como carros e gruas com motores elétricos. O manual ilustrado é composto por três partes e descreve todos os passos necessários para criar cada modelo. A consulta deste livro é essencial, começando pela Parte I e avançando em seguida para a Parte II e, finalmente, para a Parte III.



Uma alavanca de classe 1: tenaz



Carro com caixa de velocidades manual e motor elétrico



Grua com motor elétrico

As crianças podem usar a criatividade para criarem os seus próprios modelos realistas, obedecendo em simultâneo aos princípios da física e da mecânica. Estas atividades podem ajudar as crianças a desenvolver as competências visuais e espaciais necessárias para estabelecer uma relação de respeito com o meio ambiente e com o mundo que as rodeia. A mente da criança, sempre em desenvolvimento e auxiliada pela sua imaginação, vai procurar compreender as relações e as distâncias entre as várias peças à medida que constrói o modelo, contribuindo para a crescente criatividade da criança.

As atividades apresentam diferentes graus de dificuldade e são adequadas a crianças com idades a partir dos 8 anos, de acordo com as características e capacidades individuais.

ÍNDICE

Indicações de segurança	página	2
Instruções de utilização correta do brinquedo com pilhas substituíveis	página	2
Introdução do kit	página	4
Lista de peças	página	5
Como são feitas as peças	página	5
Características dos componentes do kit	página	5
Atividades	página	7

LISTA DE PEÇAS



Viga dupla 15 orifícios 4 peças



Viga dupla 11 orifícios 4 peças



Viga dupla 9 orifícios 4 peças



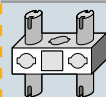
Viga dupla 7 orifícios 4 peças



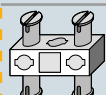
Viga dupla 5 orifícios 4 peças



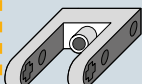
Viga dupla 3 orifícios 4 peças



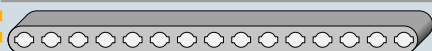
Viga com pinos 4 peças



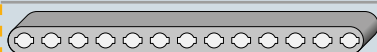
Viga com cavilhas 4 peças



Caixa de velocidades ângulo reto 2 peças



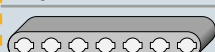
Viga única 15 orifícios 4 peças



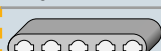
Viga única 13 orifícios 4 peças



Viga única 9 orifícios 4 peças



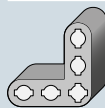
Viga única 7 orifícios 4 peças



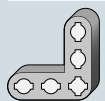
Viga única 5 orifícios 4 peças



Viga única 3 orifícios 4 peças



Viga angular (superior) 4 peças



Viga angular (inferior) 2 peças



Cavilha curta única 32 peças



Cavilha longa única 32 peças



Cavilha curta dupla 32 peças



Braçadeira longa 24 peças



Braçadeira curta 24 peças



Haste 1 comprimento 2,7 cm 2 peças



Haste 2 comprimento 3,6 cm 4 peças



Haste 3 comprimento 5,4 cm 10 peças



Haste 4 comprimento 7,2 cm 2 peças



Haste 5 comprimento 8,1 cm 2 peças



Haste 6 comprimento 11,7 cm 2 peças





Roda dentada com 10 dentes 1 peça 


Roda dentada com 18 dentes 5 peças 


Roda dentada com 26 dentes 1 peça 


Roda dentada com 41 dentes 1 peça 


Bobina 1 peça 


Polia 4 peças 

Gancho 1 peça 

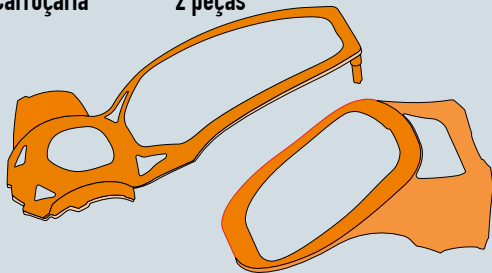
Manivela 2 peças 

Volante 1 peça 

Jante 4 peças 

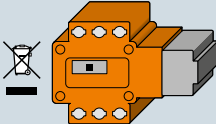
Pneu grande 4 peças 

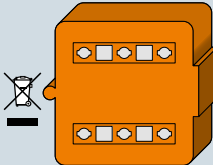
Carroçaria 2 peças



Corda (comprimento de 150 cm) 1 peça



Motor elétrico 1 peça 

Compartimento das pilhas 1 peça 

Tira elástica 3 peças



Pneu pequeno 4 peças



Haste dentada 1 peça 



ATIVIDADES

Antes de iniciares a construção, observa cuidadosamente como são feitas as peças do kit!
Se não conseguires avançar, pede ajuda a um adulto

AVISO!

- Tem cuidado ao separares as peças da estrutura. Usa as mãos para rodar cuidadosamente cada um dos elementos. Nunca os arranques diretamente.
- Vais descobrir que as hastes se encaixam nas diversas peças diferentes, tal como as braçadeiras e as rodas dentadas, etc., com vários graus de resistência e firmeza. Se for necessário, tenta ajustar a posição da haste no orifício para obteres um ajuste melhor.

Aviso! Nas etapas de montagem, os diferentes ícones indicam: quando o modelo tem de ser rodado, quando é necessário apertar as peças, quando se deve utilizar uma viga com pinos ou uma viga com cavilhas.

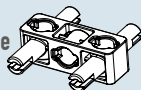
● Legenda:



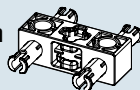
Rodar o modelo



As peças têm de ser apertadas



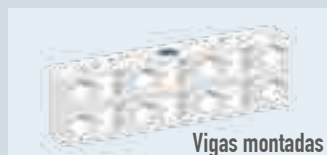
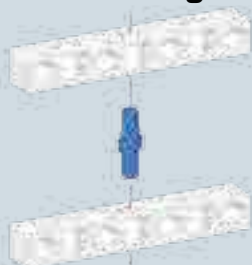
Viga com pinos



Viga com cavilhas

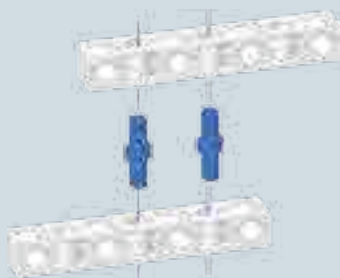


1 Empilhar duas vigas

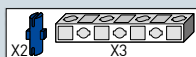
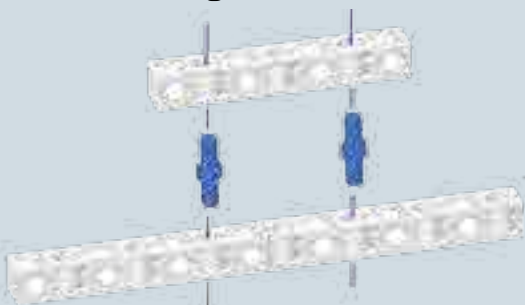


2 Empilhar vigas com duas cavilhas

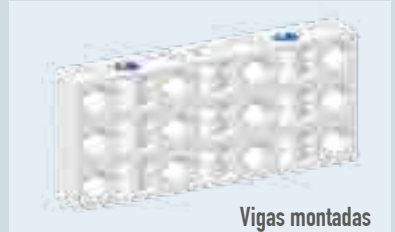
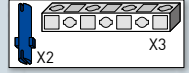
As duas cavilhas tornam a construção muito robusta!



3 Unir as vigas

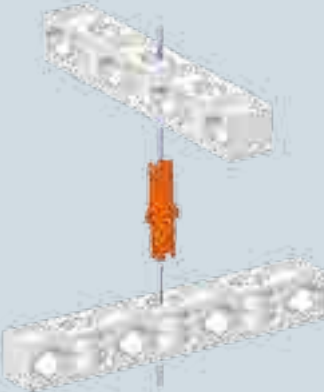


4 Empilhar três vigas



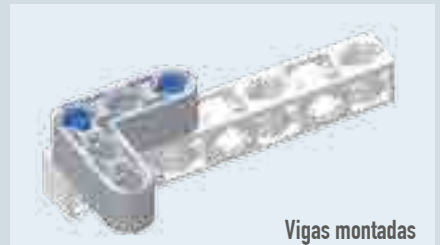
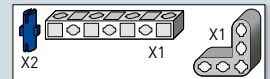
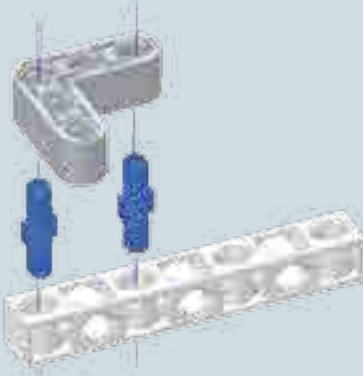
Vigas montadas

5 Empilhar as vigas perpendicularmente



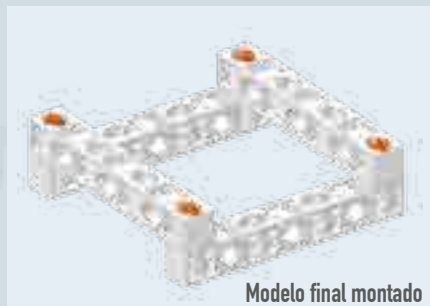
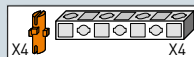
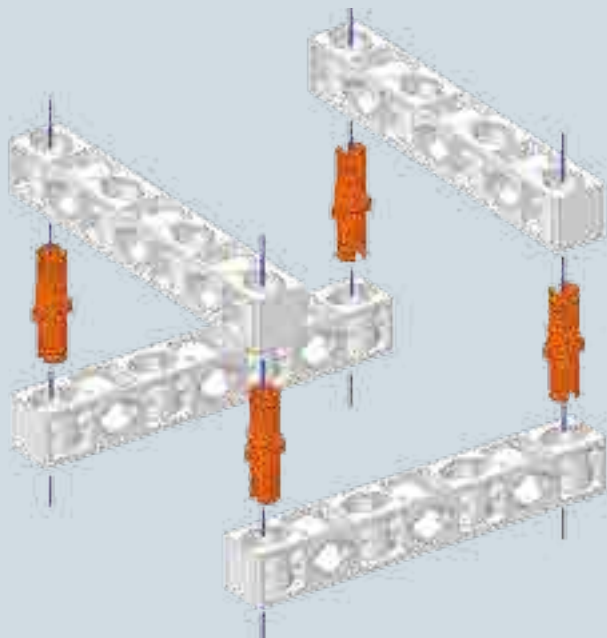
Vigas montadas

6 Empilhar com uma viga angular



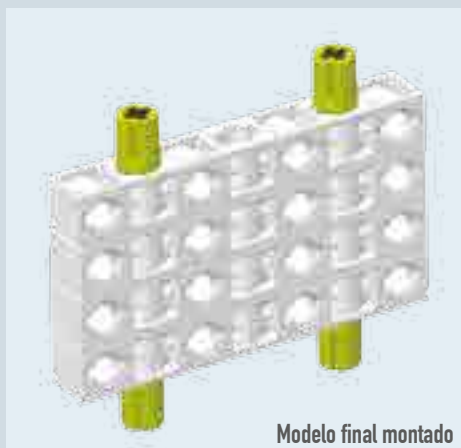
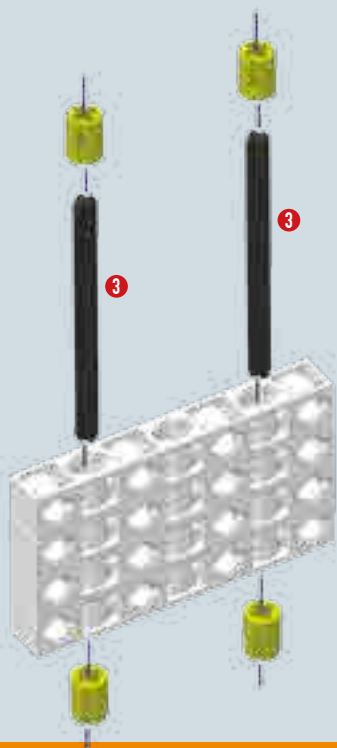
Vigas montadas

7 Construir um quadrado com vigas



Modelo final montado

8 Empilhar quatro vigas

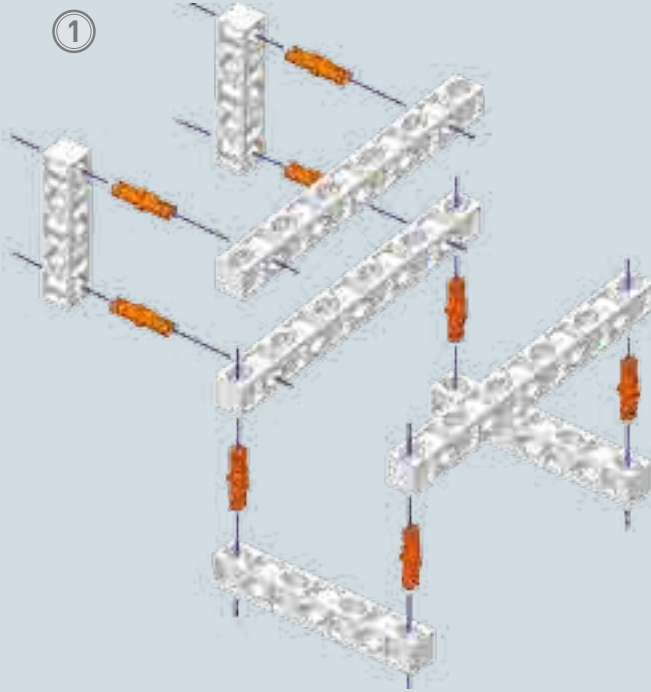


Modelo final montado

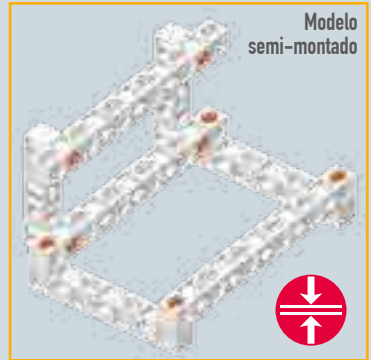
9 Construir um cuboide



1

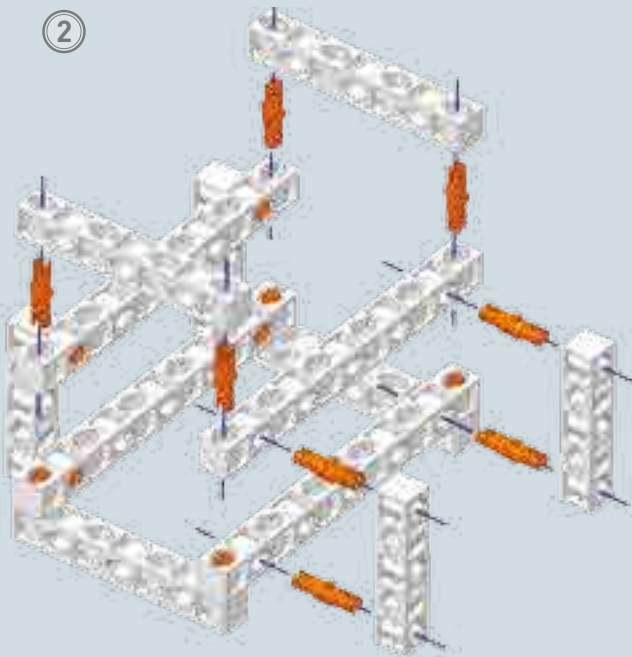


X3	
X2	
X2	
X8	

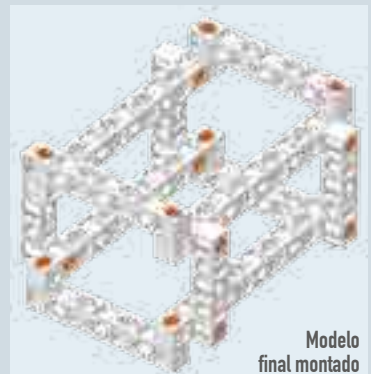


Modelo semi-montado

2

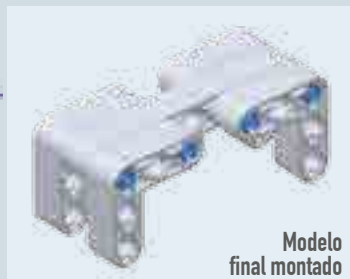
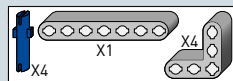
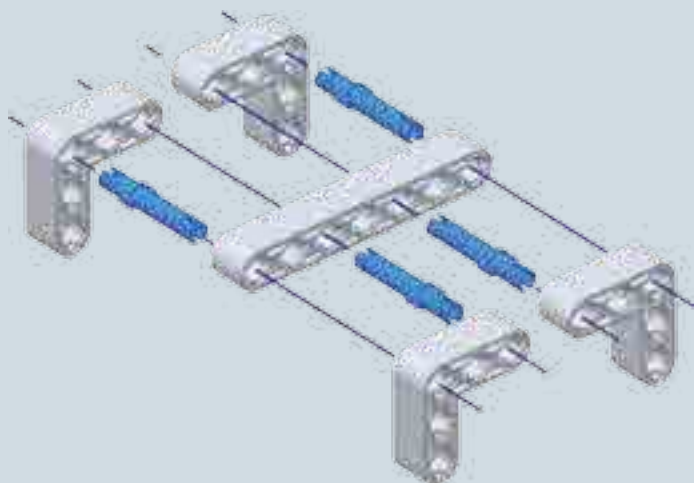


X1	
X2	
X2	
X8	



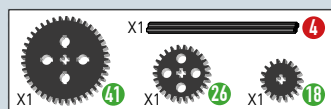
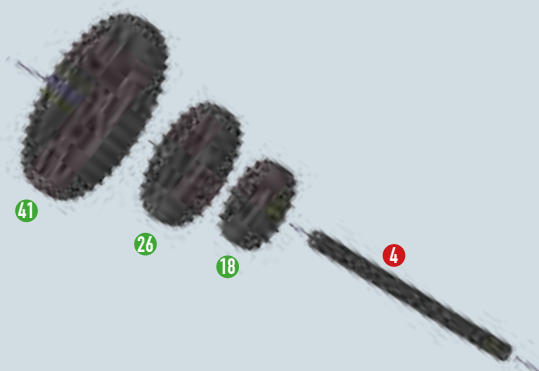
Modelo final montado

10 Construir uma ponte simples



Modelo final montado

11 Montar rodas dentadas numa haste



Modelo final montado



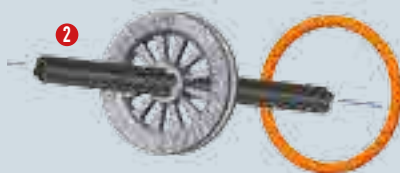
Experimenta-o como se fosse um pião!

12 Usar polias

Criar um sistema de polia usando a polia e corda.



Transformar a polia numa roda com a tira elástica.



A espécie humana tem feito uso, já desde os tempos antigos, destes mecanismos para aumentar a sua força e conseguir realizar grandes feitos, que ainda hoje podem ser admirados.



Carrinho de mão



Tenaz



Balancé



Quebra-nozes



Balança



Polia

Uma máquina simples é um dispositivo mecânico que pode ser usado para equilibrar e superar a **RESISTÊNCIA** (peso, força de resistência = **R**) com **ESFORÇO** (força humana=**E**).

ALAVANCAS

Uma alavanca é uma máquina simples composta por uma barra rígida que pode rodar em torno de um ponto fixo designado por ponto de apoio.

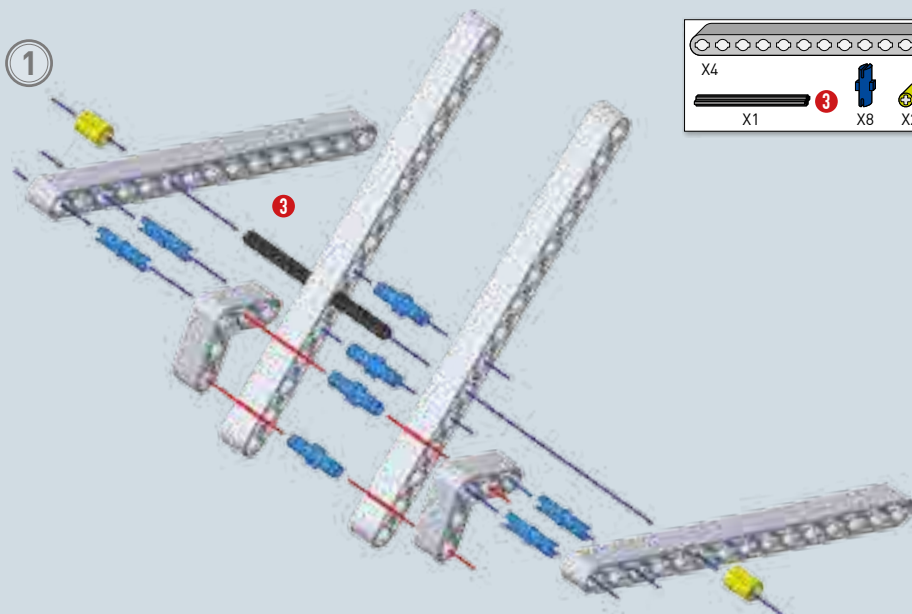


- Os pares de alavancas também obedecem a este princípio.
- As alavancas são classificadas pelas posições relativas do **ESFORÇO**, da **RESISTÊNCIA** e do **PONTO DE APOIO**.

13 Construir uma alavanca de classe 1: tenaz

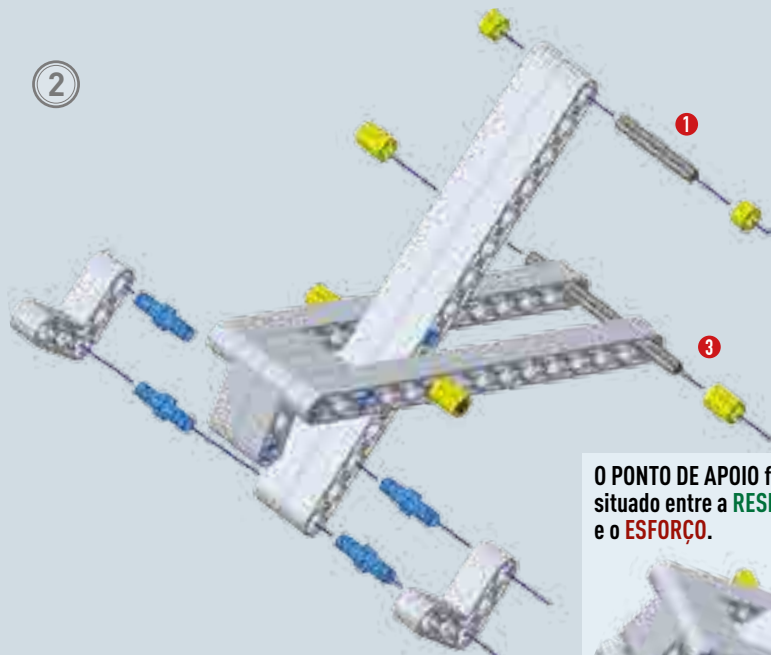
X4
X1
X8
X2
X2

1



2

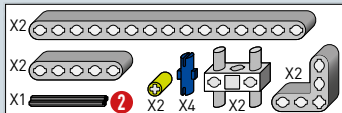
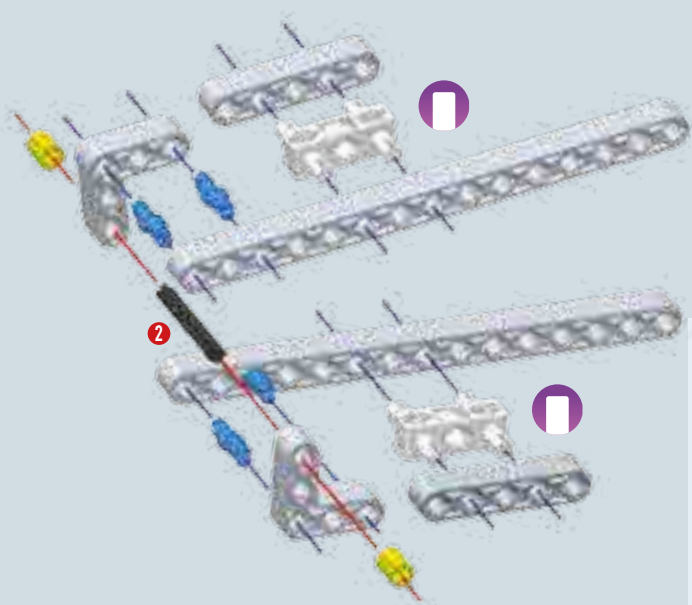
X1
X1
X4
X2
X2
X2



O PONTO DE APOIO fica situado entre a RESISTÊNCIA e o ESFORÇO.



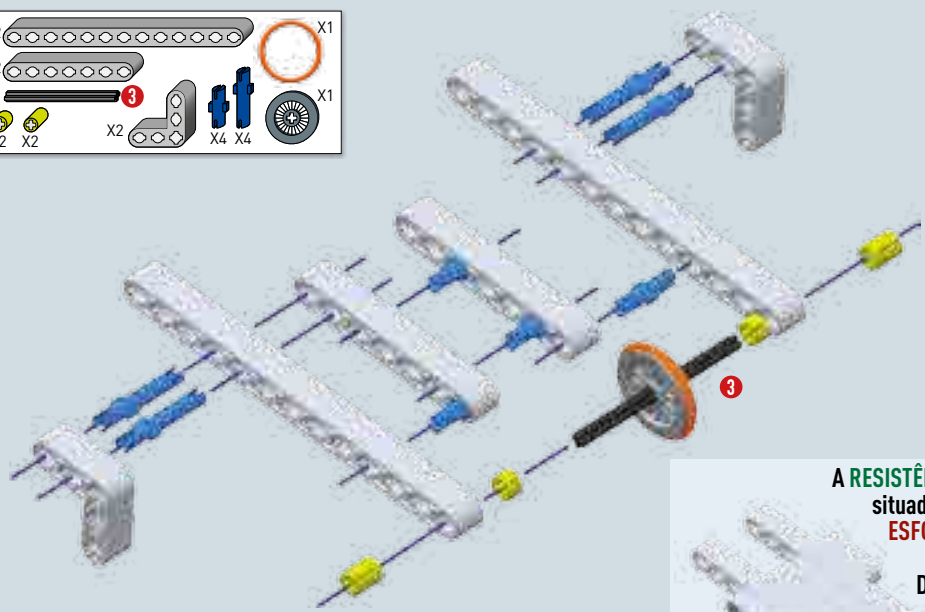
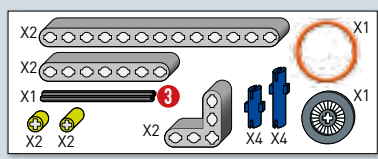
14 Construir uma alavanca de classe 2: quebra-nozes



A **RESISTÊNCIA** fica situada entre o **ESFORÇO** e o **PONTO DE APOIO**.

Modelo final montado

15 Construir uma alavanca de classe 2: carrinho de mão



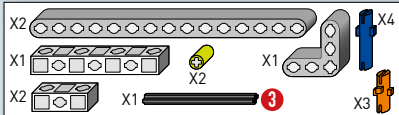
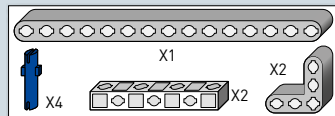
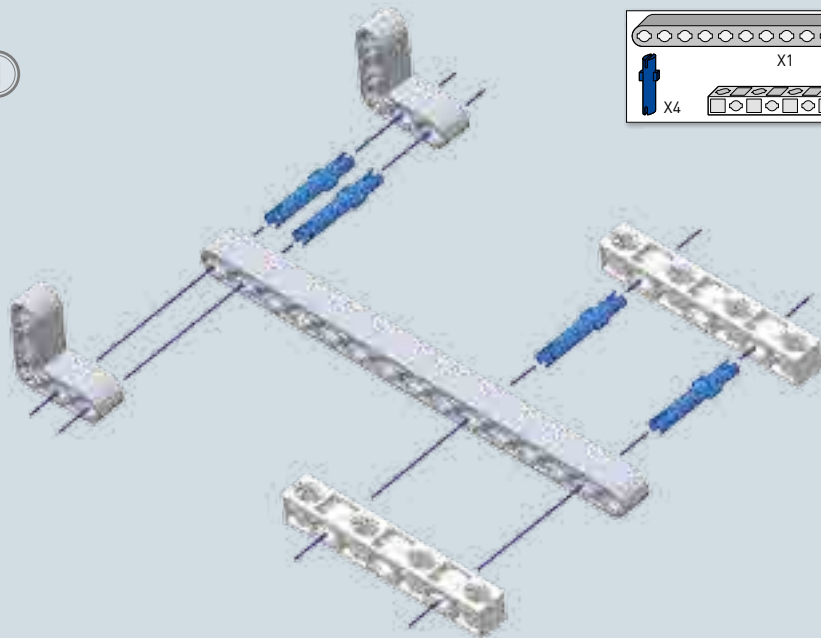
A **RESISTÊNCIA** fica situada entre o **ESFORÇO** e o **PONTO DE APOIO**.

Modelo final montado

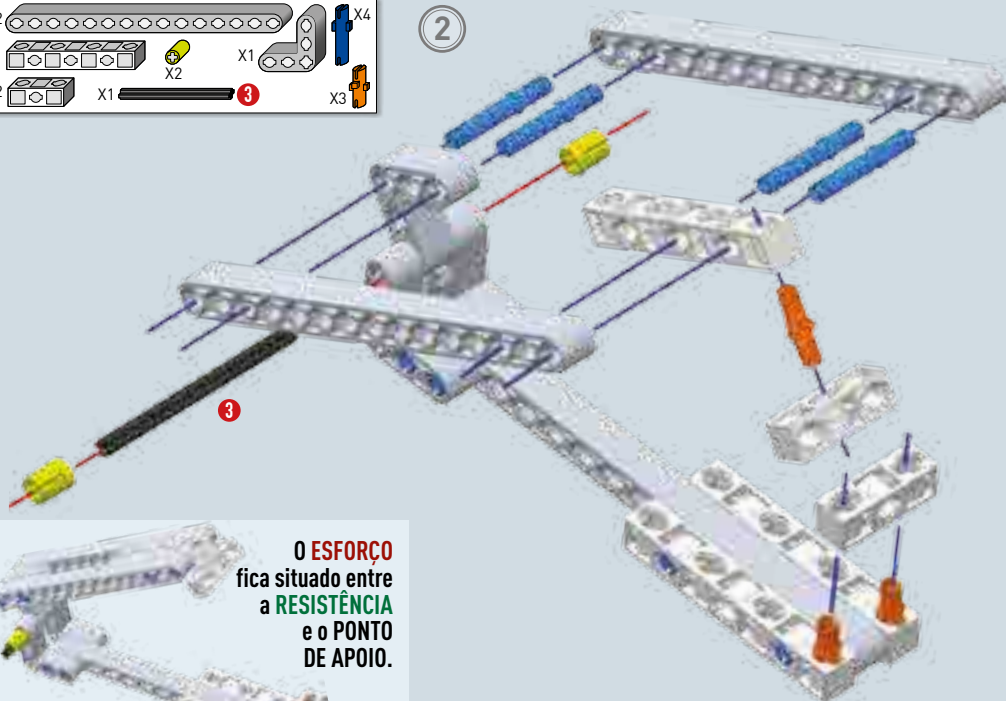


16 Construir uma alavanca de classe 3: pinça

1



2



O **ESFORÇO** fica situado entre a **RESISTÊNCIA** e o **PONTO DE APOIO**.

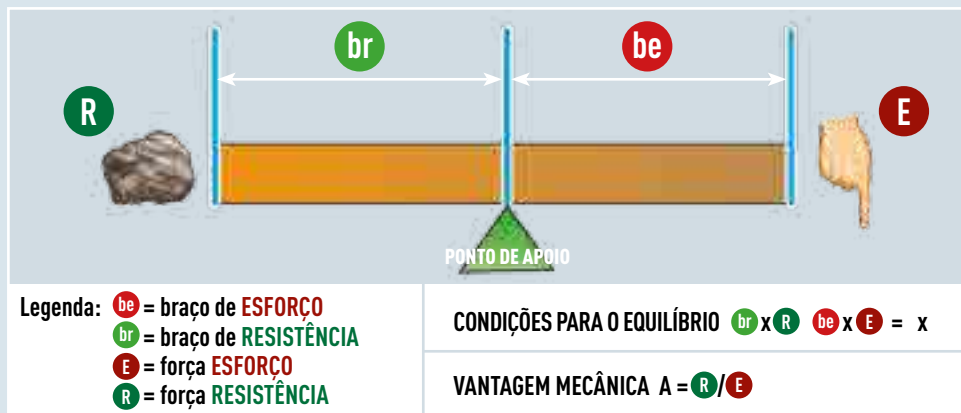
Modelo final montado

1:1

3

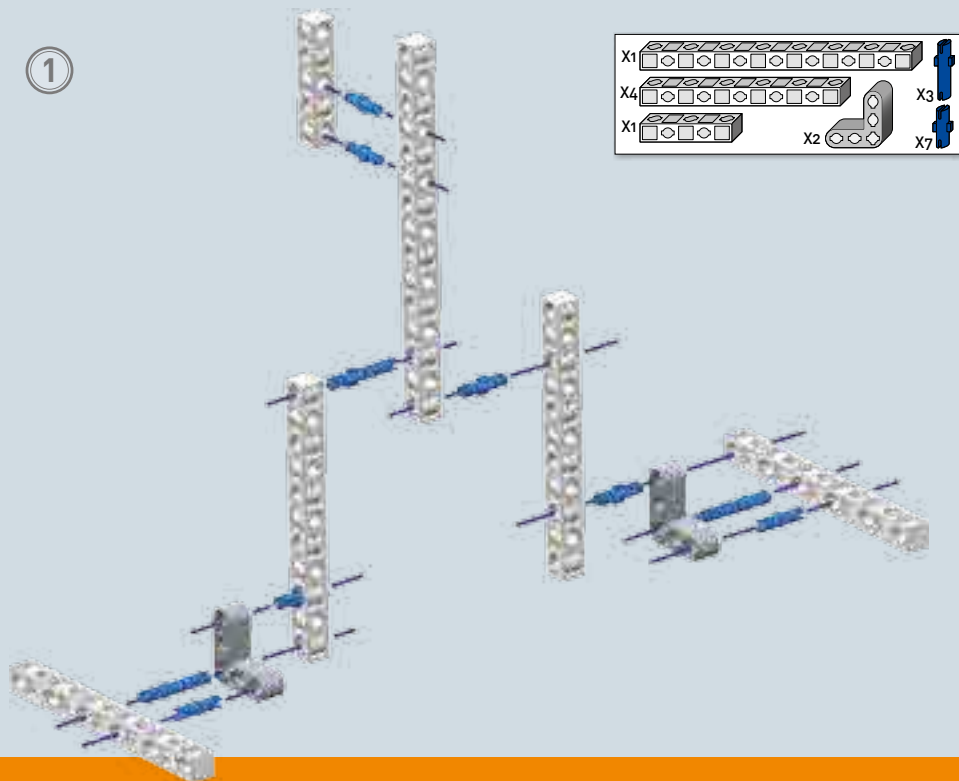
Análise científica: vantagem mecânica com alavancas

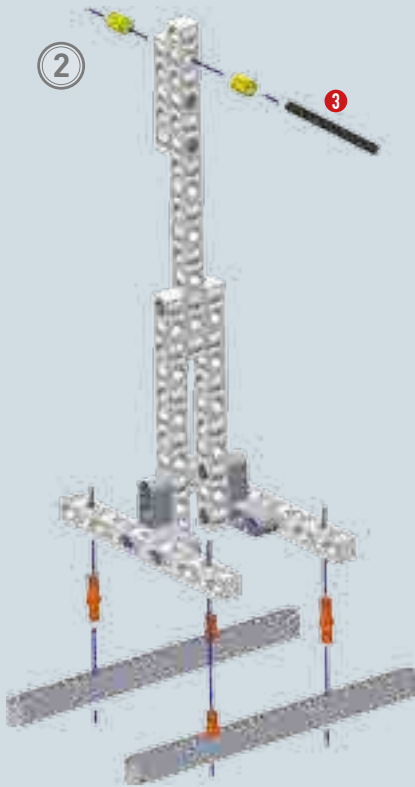
Uma alavanca é uma máquina simples construída pelo Homem e concebida para reduzir a força necessária para fazer um trabalho. São aplicadas duas forças a barra: uma é o **ESFORÇO** e a outra é a **RESISTÊNCIA**. Uma alavanca proporciona uma **VANTAGEM MECÂNICA**. Podes calcular a vantagem mecânica de uma alavanca considerando o comprimento dos braços das forças **ESFORÇO** e **RESISTÊNCIA**. O comprimento dos braços corresponde à distância que vai do ponto de apoio ao ponto onde é aplicada a força.



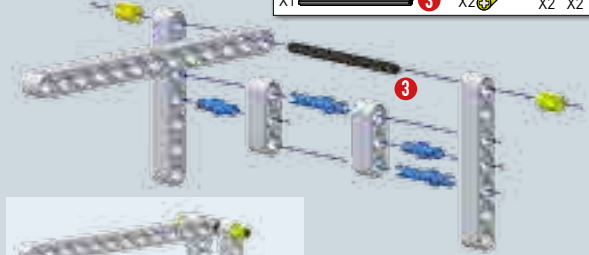
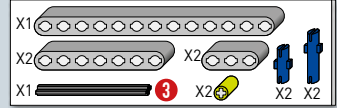
MONTAR E TESTAR AS ALAVANCAS

17 Criar o ponto de apoio e o peso da alavanca





MONTAR O PESO



Peso montado



Nas atividades 18-19-20, tenta deslocar o ponto de apoio e, em seguida, aplicar pressão para baixo no braço do ESFORÇO com a mão, para veres as diferenças entre as alavancas.

18 Montar e testar uma alavanca com vantagem mecânica

Encontra o equilíbrio deste tipo de dispositivo mecânico: posiciona o peso (RESISTÊNCIA) num dos lados da alavanca e pressiona cuidadosamente para baixo com a tua mão (ESFORÇO) no outro lado.

Observa a posição do ponto de apoio!

- O braço do **ESFORÇO** é mais comprido.
- O **ESFORÇO** é inferior à **RESISTÊNCIA**.

EXPERIMENTA!



Modelo final montado



19 Montar e testar uma alavanca mecanicamente neutra

Encontra o equilíbrio deste tipo de dispositivo mecânico: posiciona o peso (RESISTÊNCIA) num dos lados da alavanca e pressiona cuidadosamente para baixo com a tua mão (ESFORÇO) no outro lado.

Observa a posição do ponto de apoio!

- Os braços são idênticos.
- O **ESFORÇO** é igual à **RESISTÊNCIA**.

EXPERIMENTA!



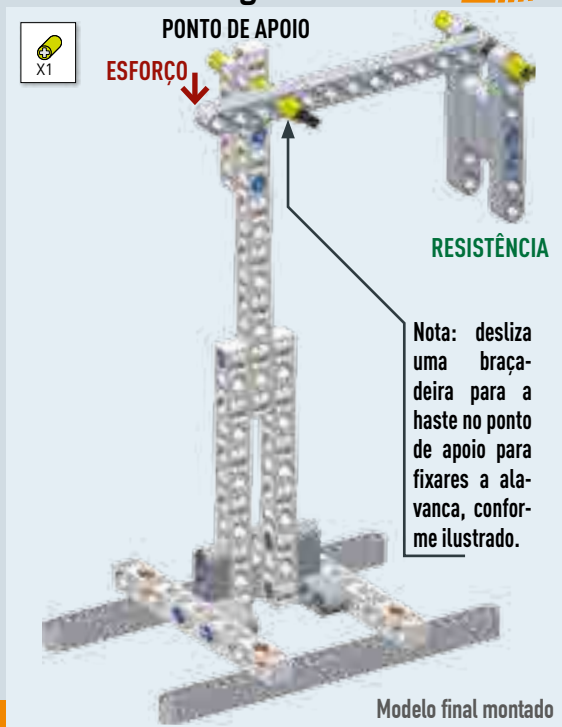
20 Montar e testar uma alavanca sem vantagem mecânica

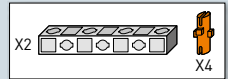
Encontra o equilíbrio deste tipo de dispositivo mecânico: posiciona o peso (RESISTÊNCIA) num dos lados da alavanca e pressiona cuidadosamente para baixo com a tua mão (ESFORÇO) no outro lado.

Observa a posição do ponto de apoio!

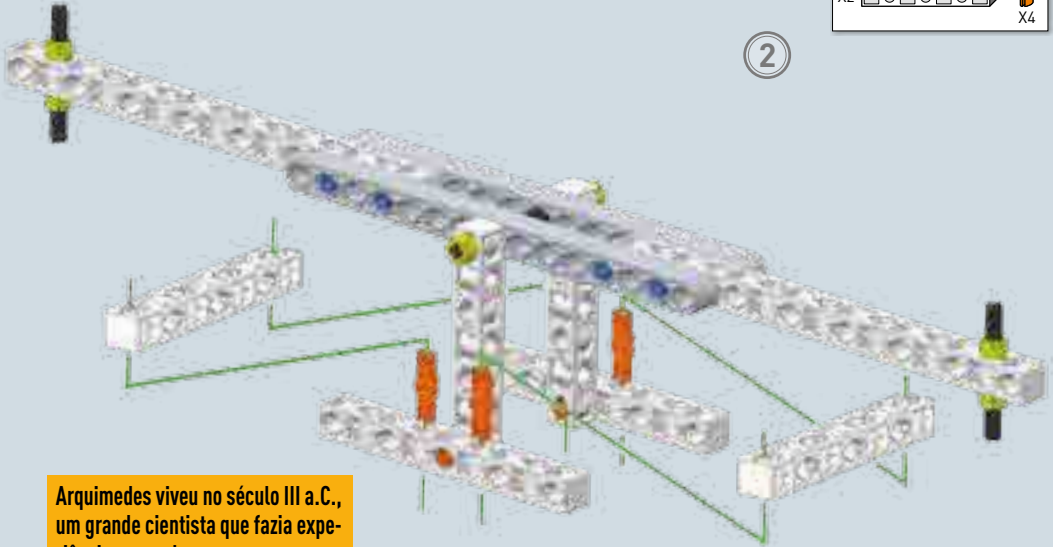
- O braço **RESISTÊNCIA** é mais comprido.
- O **ESFORÇO** é superior à **RESISTÊNCIA**.

EXPERIMENTA!





2



Arquimedes viveu no século III a.C., um grande cientista que fazia experiências com alavancas.

Nota: a alavanca do balancé tem de girar livremente em torno do ponto de apoio.

Tenta tu também: encontra o equilíbrio do balancé mudando o peso e as distâncias da Resistência e do Esforço em relação ao ponto de apoio. Montar o suporte de teste para rotação inversa

EXPERIMENTA!

O balancé é uma alavanca de classe 1



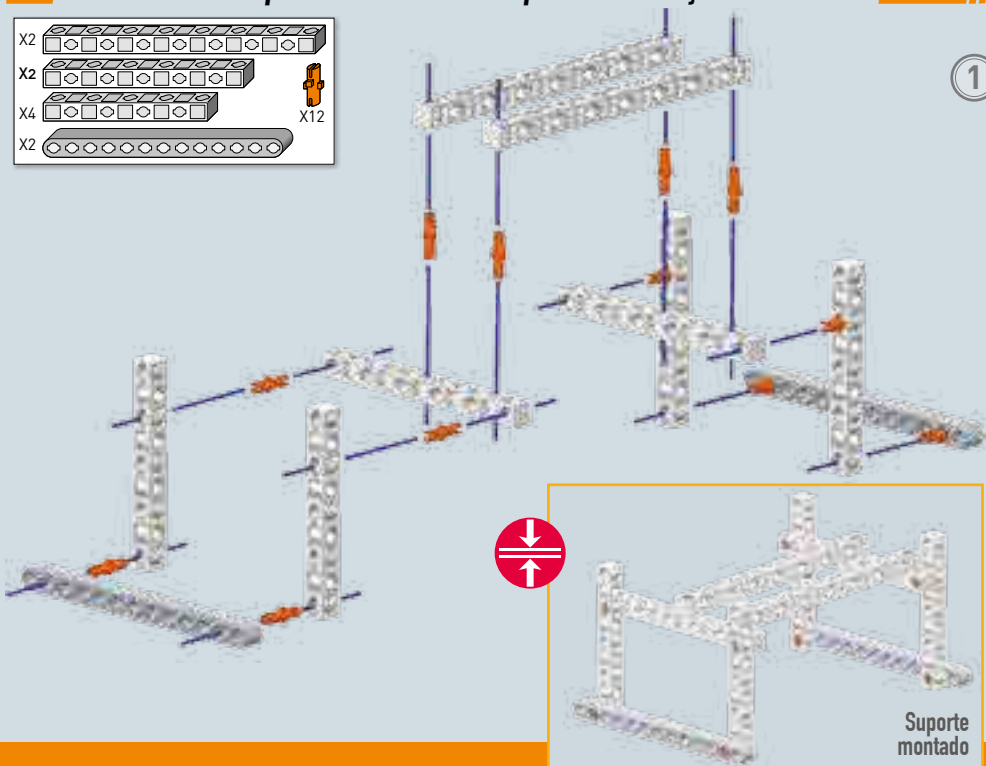
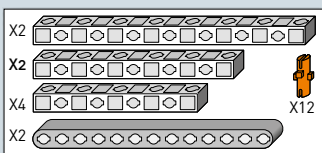
Modelo final montado

As rodas dentadas transmitem o movimento entre os eixos corretamente posicionados (hastes) através dos dentes.

- Num par de rodas dentadas, se uma rodar numa direção, a outra roda na direção oposta. Uma das duas rodas transmite o movimento (roda motriz) enquanto a outra o recebe (roda acionada).
- Para manter a mesma direção de rotação é necessário inserir *uma terceira roda dentada entre as duas*.
- Com duas rodas dentadas diferentes, a roda mais pequena, que tem apenas alguns dentes, é designada por **pinhão**, enquanto a outra, com muitos dentes, é designada por **roda de coroa**. Uma série de rodas dentadas constituem um comboio de engrenagens.

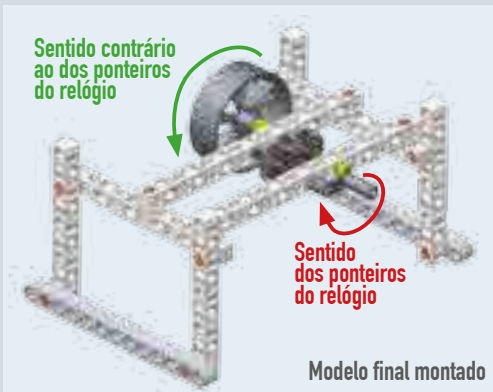
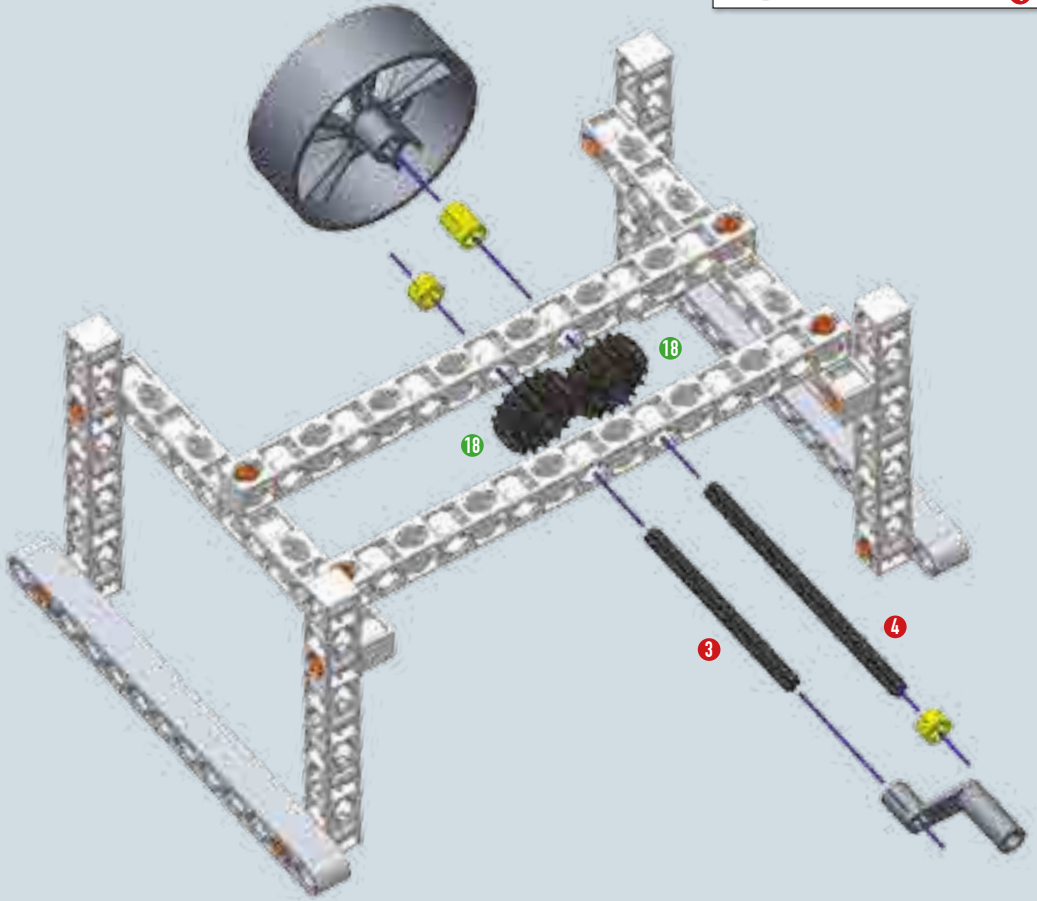


23 Montar o suporte de teste para rotação inversa



2

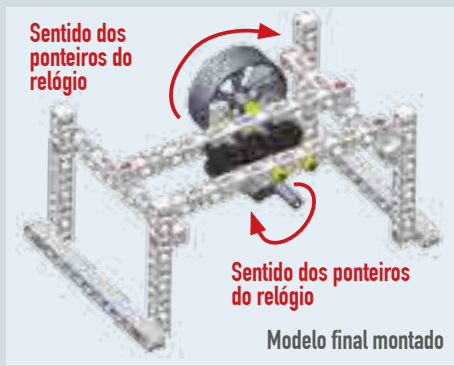
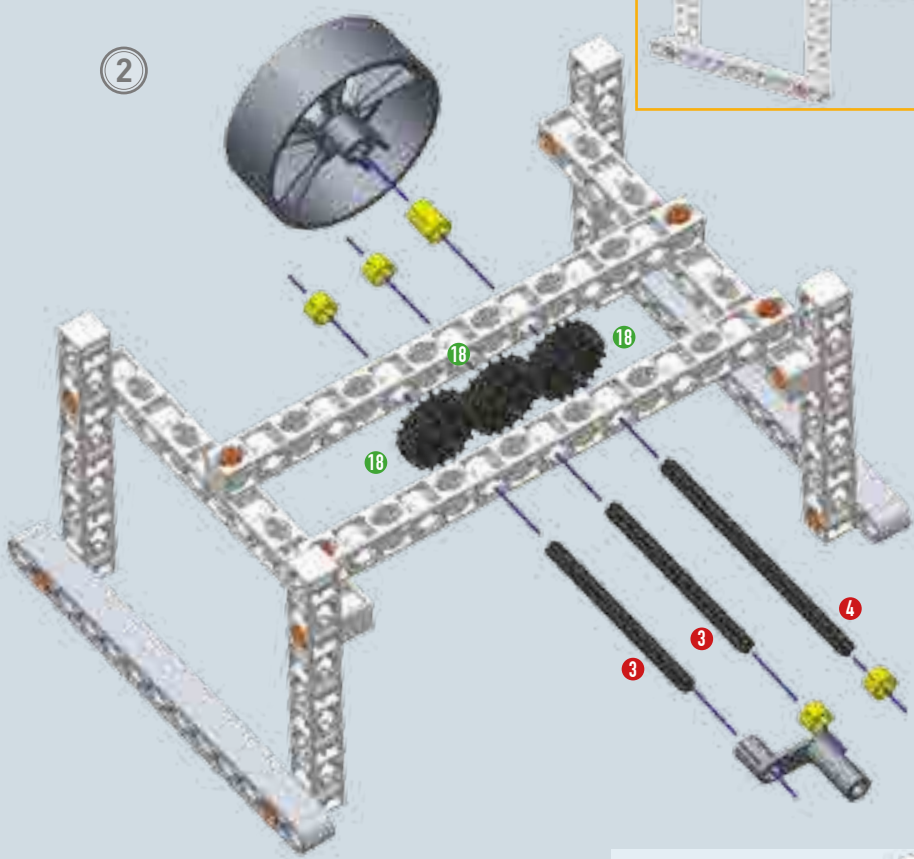
X1					
	X2	X2	X1	X1	
		18			
X1			3		
X1				4	



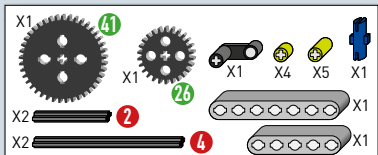
24 Construir e testar a marcha direita



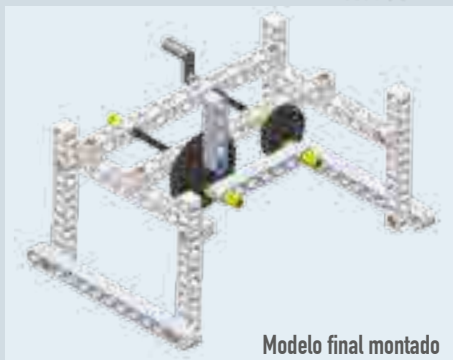
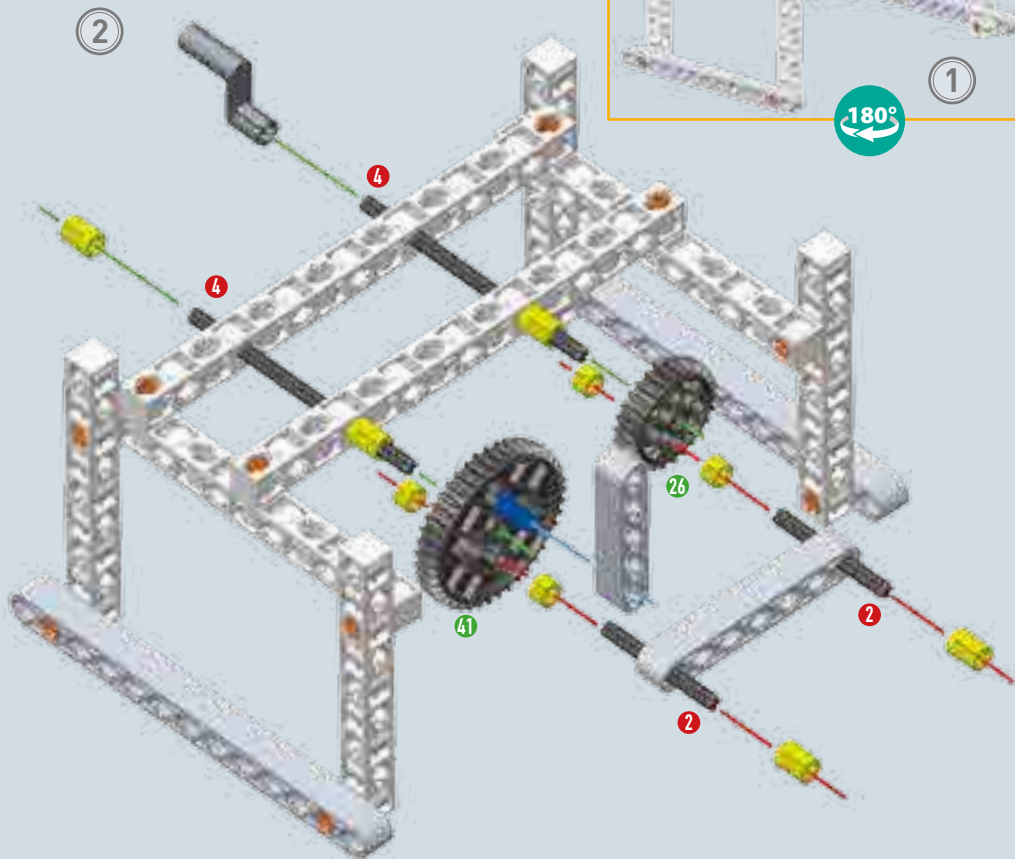
2



25 Montar e testar o movimento recíproco



Suporte montado na Atividade 23

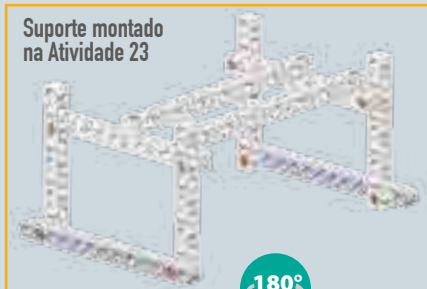


Modelo final montado

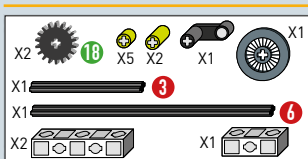
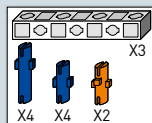
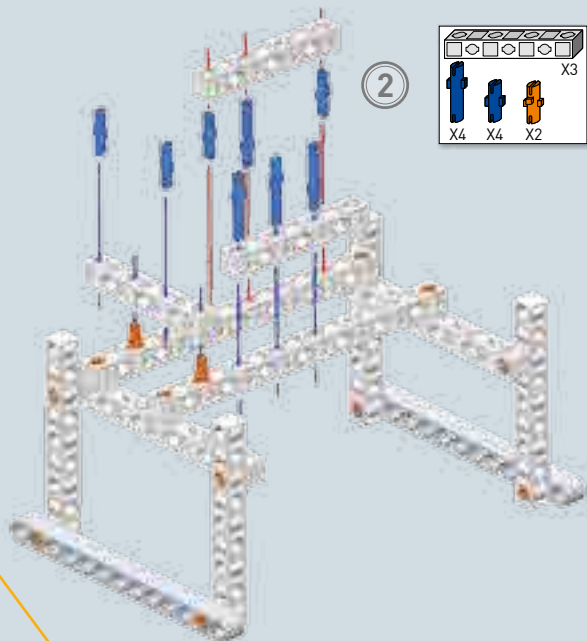


26 Construir e observar a rotação de ângulo reto

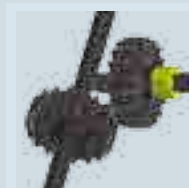
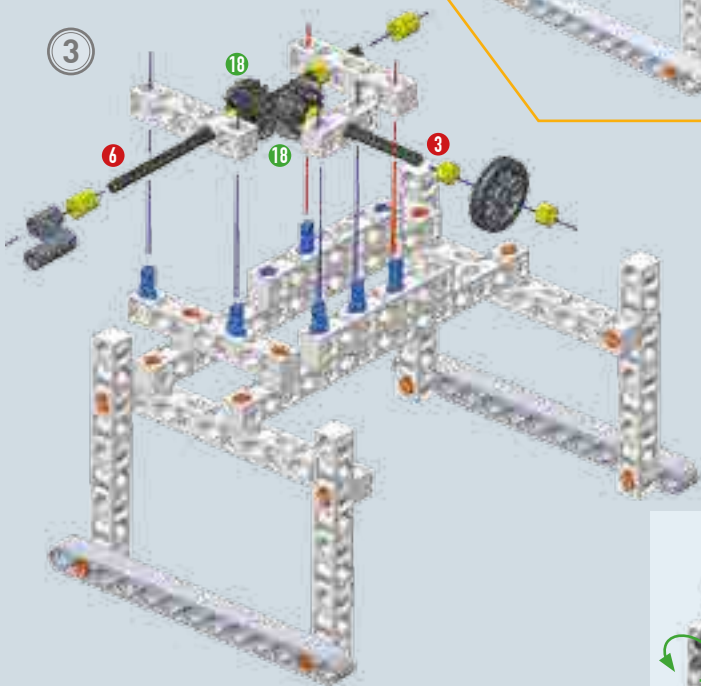
Suporte montado na Atividade 23



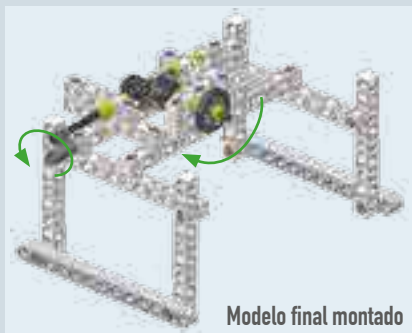
180°



3



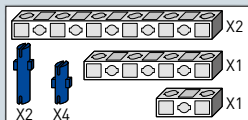
As duas rodas dentadas têm de encaixar uma na outra em ângulos retos, com as duas hastes quase a tocarem-se.



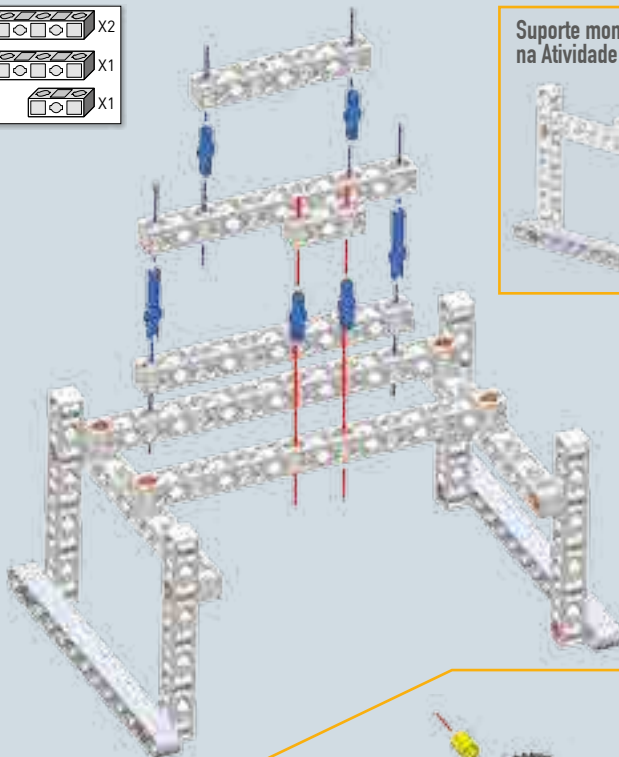
Modelo final montado



27 Montar uma caixa de velocidades vertical

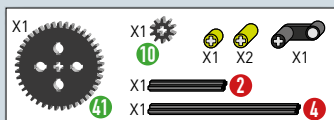
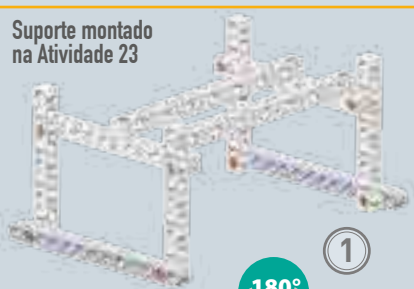


2

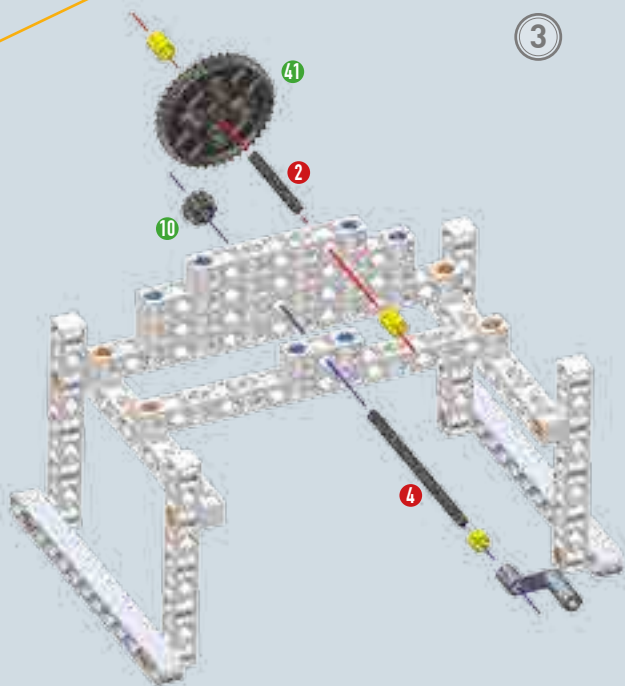


Suporte montado na Atividade 23

1



3



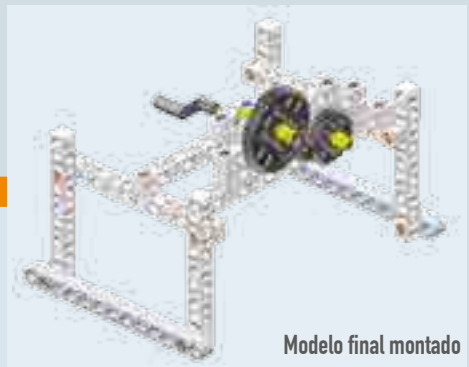
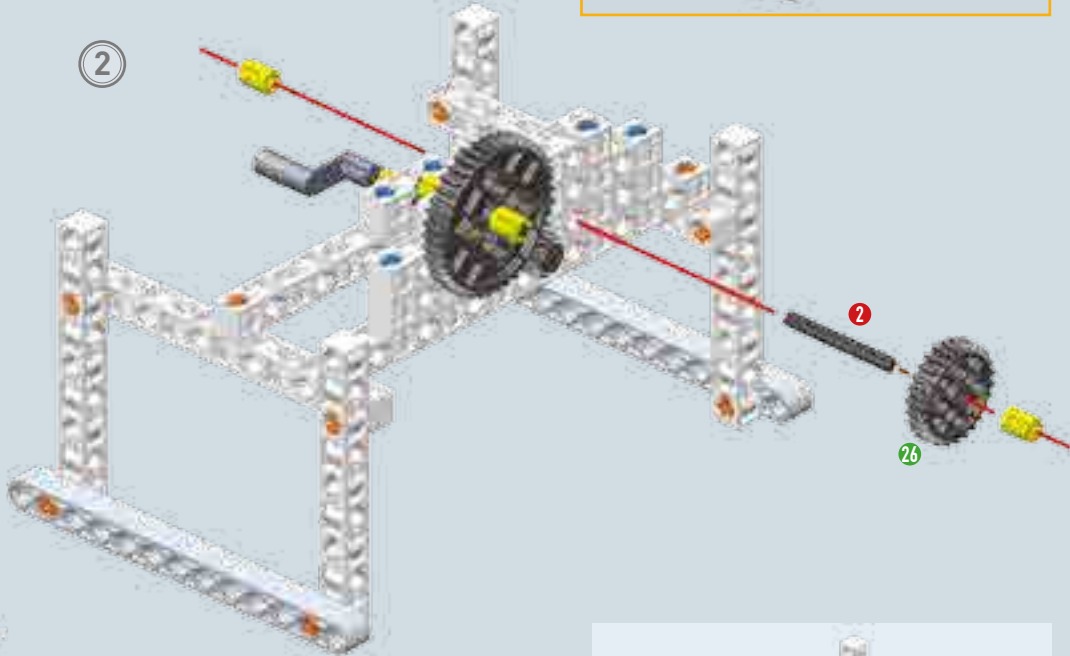
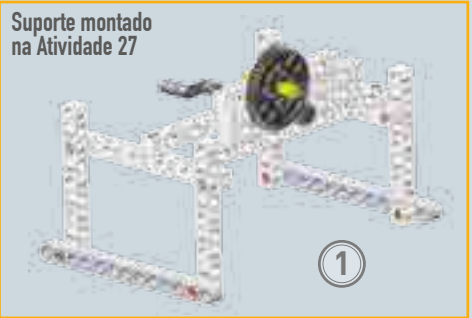
1:1

2

1:1

4

28 Construir uma caixa de velocidades horizontal-vertical



RELAÇÃO DE ENGENAGEM

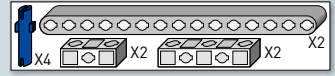
Observa cuidadosamente as rodas dentadas enquanto rodam e compara o número de rotações realizadas por cada roda. Quando a roda dentada maior conclui uma rotação, a mais pequena terá concluído quatro. Podes confirmar esta relação através da divisão ou cálculo da relação entre o número de dentes de cada roda dentada.

Exemplo: como calcular a relação de engrenagem.

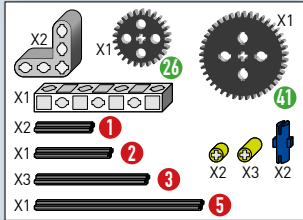
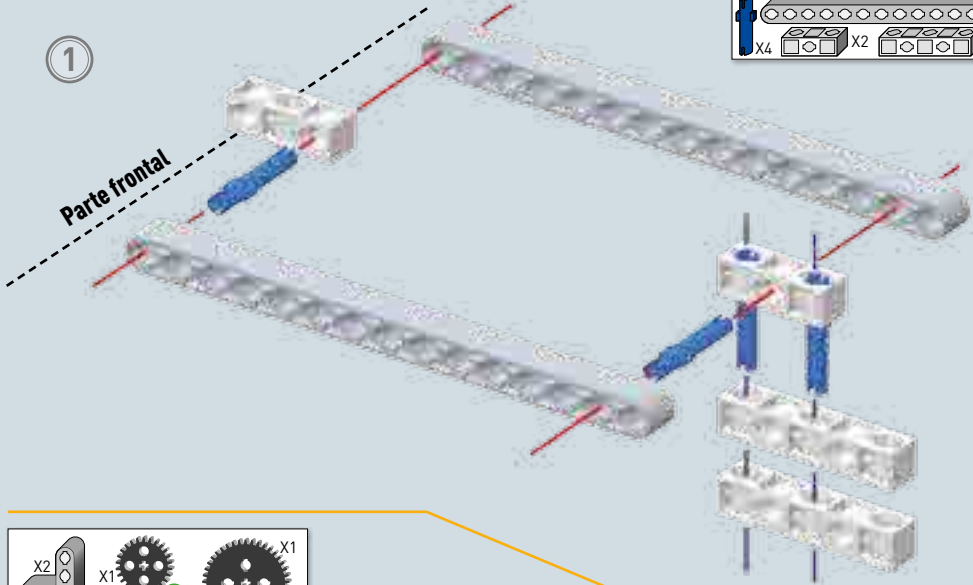
$$\frac{41 \text{ dentes (roda maior)}}{10 \text{ dentes (roda mais pequena)}} = 4,1 \text{ rotações}$$



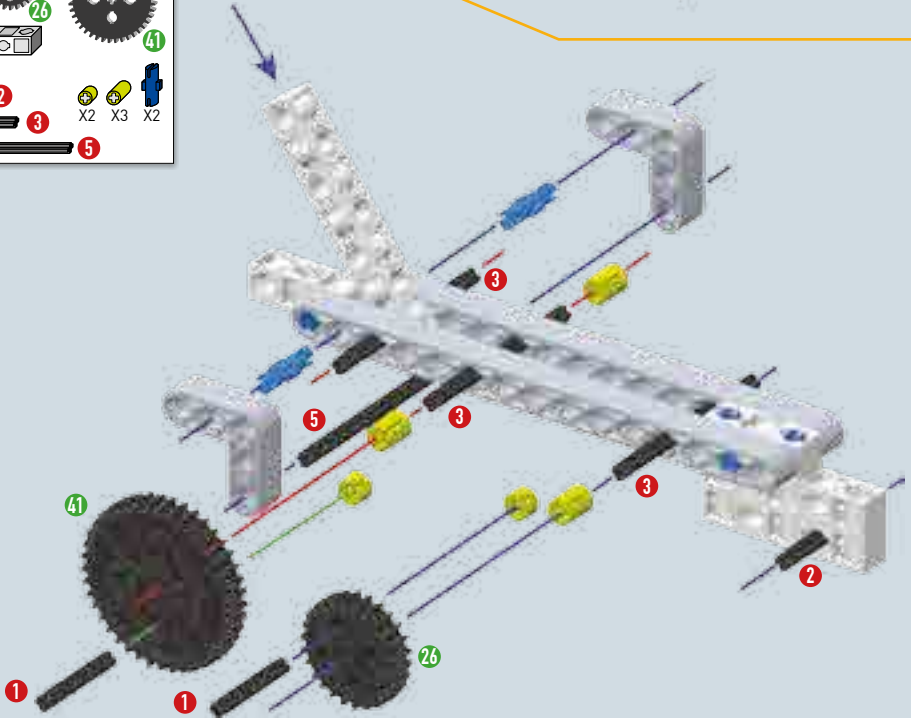
29 Uma máquina de guerra antiga: o aríete

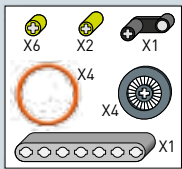


1

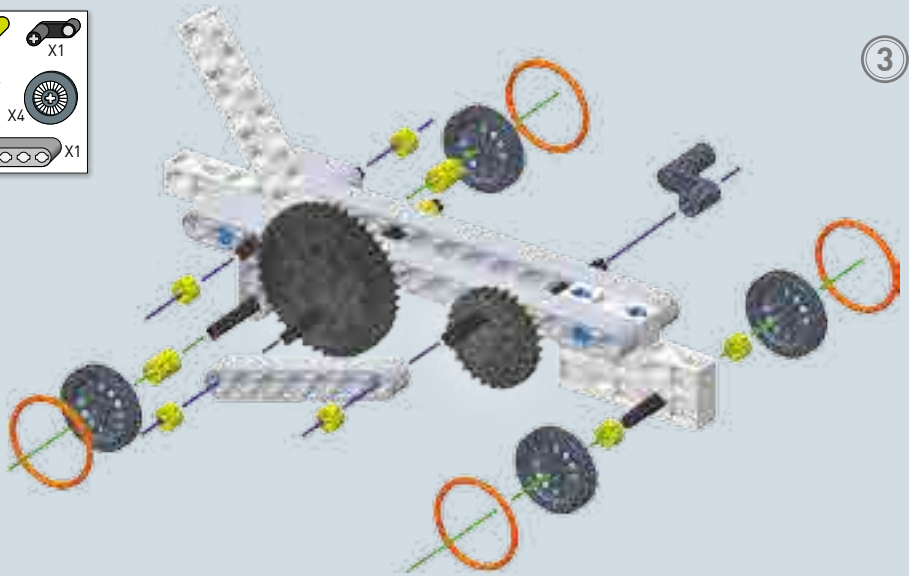


2

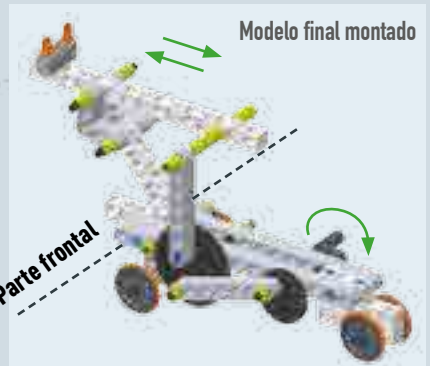
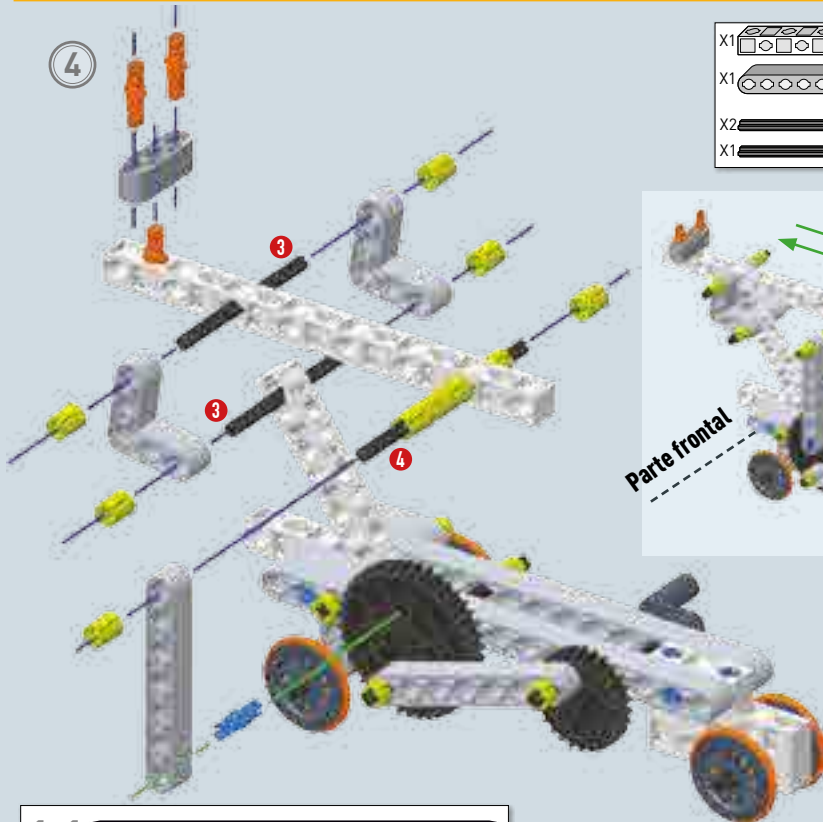
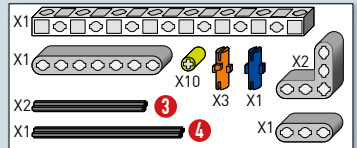


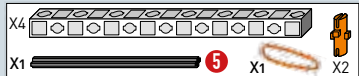


3

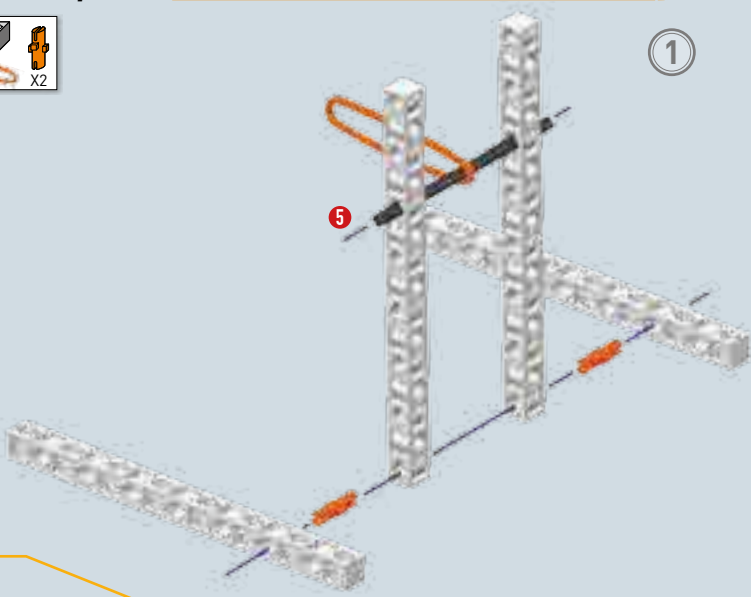


4





1



Factos técnicos e curiosidades

Século III a.C.

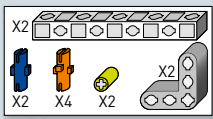
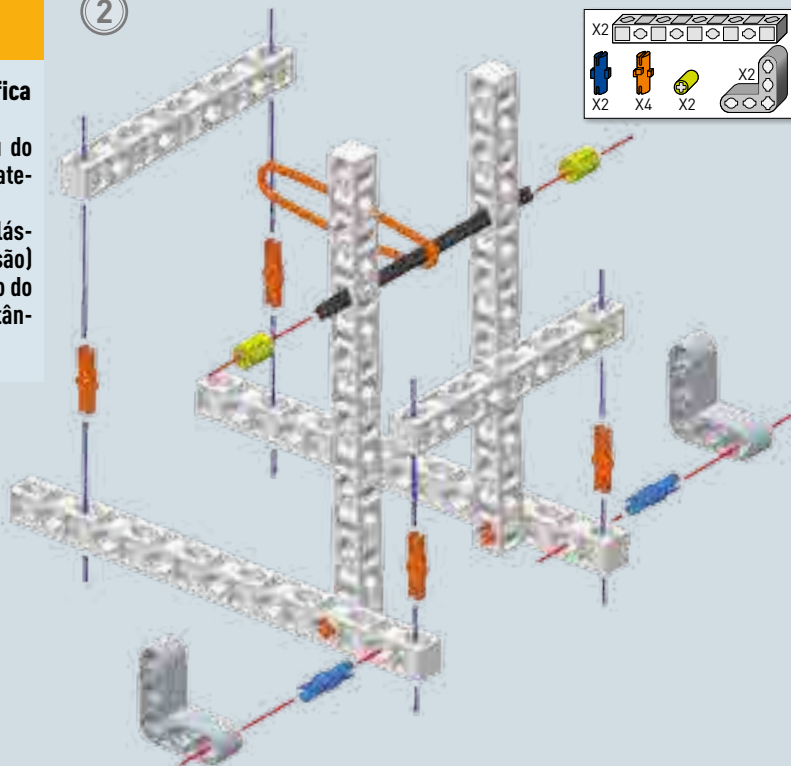
Arquimedes aperfeiçoou a catapulta, uma máquina de guerra usada na Grécia no tempo de Alexandre, o Grande. É uma máquina de torção que obtém energia através da tensão das amarras de torção e quando são libertadas, soltam o braço da catapulta para a frente, lançando rochas e pedras grandes no ar.

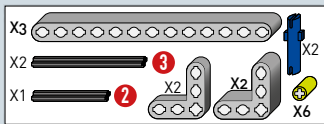
Análise técnica e científica

A sua conceção resultou do estudo da física e da matemática.

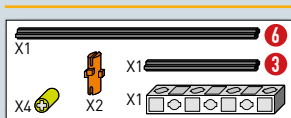
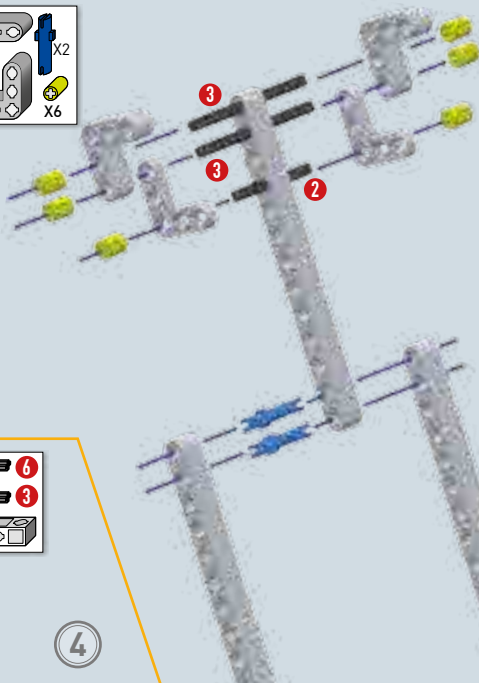
As dimensões das tiras elásticas (amarras de torsão) eram definidas em função do peso das pedras e da distância do alvo (alcance).

2

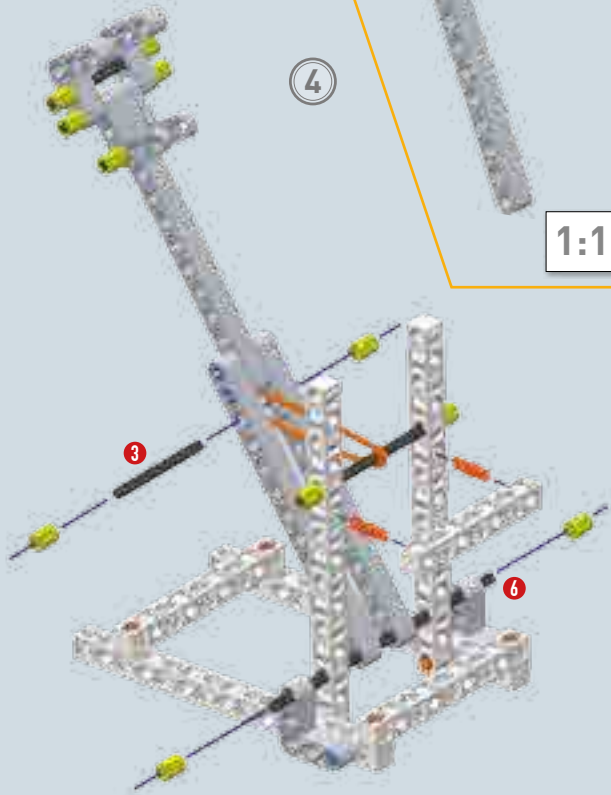




3



4



Modelo final montado

