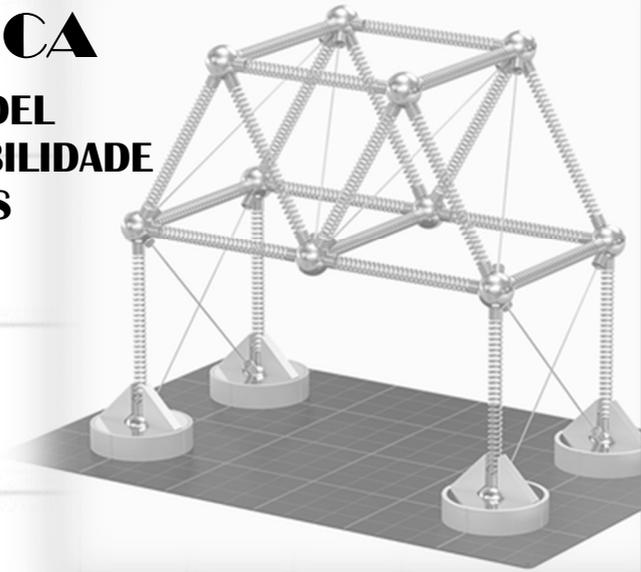


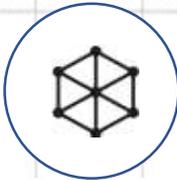
# SEQUÊNCIA

# DIDÁTICA

**USO DO MOLA MODEL  
DISCIPLINA: ESTABILIDADE  
DAS CONSTRUÇÕES**



## MOMENTOS



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE RONDÔNIA  
- CAMPUS PORTO VELHO CALAMA

DEPARTAMENTO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA EM REDE  
NACIONAL – PROFEPT

APÊNDICE C - ENCARTE PRODUTO EDUCACIONAL

JACSON MILER VIDAL DE SOUZA  
(AUTOR)

DR. ALEXANDRE SANTOS DE OLIVEIRA  
(ORIENTADOR)

PORTO VELHO – RO  
2020

**Atribuição-NãoComercial-  
CompartilhaIgual 4.0 Internacional**



## FICHA CATALOGRÁFICA

S719s

Souza, Jacson Miler Vidal de.

Sequência didática: uso do mola model : *Produto educacional vinculado à Dissertação* “Sequência didática com a utilização do mola model na disciplina de estabilidade das construções” / Jacson Miler Vidal de Souza, Porto Velho/Rondônia: IFRO, 2020.

30p. : il.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Santos de Oliveira.

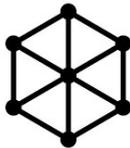
Produto educacional (Mestrado em Educação Profissional e Tecnológica em Rede Nacional - PROFEPT) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Departamento de Pesquisa e Pós-Graduação, Porto Velho, Rondônia, 2020.

1. Ensino. 2. Aprendizagem. 3. Sequência didática. 4. Experimentação problematizadora. I. Oliveira, Alexandre

**Bibliotecária Responsável:** Roseni S. Rodrigues - CRB 11/916

# **SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**COM O USO DO MOLA MODEL NA DISCIPLINA  
DE ESTABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES**



# SUMÁRIO

**Condições de Apoio 5**

**Vigas Contínuas vs Vigas Biapoiadas 9**

**Pilares 13**

**Estabilidade 17**

**Estruturas Aporticadas 21**

**Treliças 25**

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### TEMA: CONDIÇÕES DE APOIO



#### Conteúdo

- ✓ Condições de apoio
- ✓ Reações de apoio
- ✓ Equações de equilíbrio



#### Habilidades

- ✓ Identificar condição de apoio
- ✓ Analisar condição de apoio
- ✓ identificar as reações
- ✓ Analisar as reações
- ✓ Analisar as condições de equilíbrio
- ✓ Classificar estruturas quanto a estaticidade



#### Tempo

- ✓ Uma aula de 60 minutos



#### Materiais

- ✓ Pincel de quadro.
- ✓ Mola Model.
- ✓ Imagens impressas em folhas A4

## Aula 01



### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Grupos com no máximo **4 membros**



### SENSIBILIZAÇÃO

- Em um primeiro momento é importante interagir com os alunos visando uma melhor participação de cada um deles.
- Divida a sala em grupos com 4 pessoas e entregue uma folha com imagens aleatórias (um carro estacionado, um poste de luz, um pássaro voando, etc.).



### 1º MOMENTO OBSERVANDO

- Fale para os alunos: imaginem-se presente nessa imagem. E pensem em quais direções você seria capaz de movimentar o objeto (para direita ou esquerda, para cima ou para baixo, para trás ou para frente). Peça que anotem.
- Problematizando: Questione o porquê das respostas deles, quais restrições de movimentos eles enxergaram.



### 2º MOMENTO CRIANDO

- Depois das respostas, peça para que eles desenhem ou escrevam uma simbologia que descreva as restrições ou liberdades de cada apoio.



### 3° MOMENTO CONSTRUINDO

- Agora no quadro, explique o que cada restrição implica na estrutura e que para cada restrição, há uma reação que a provoca.
- Assim, mostre a simbologia convencionada para cada caso (apoio de 1º gênero, apoio de 2º gênero e engastado).



### 4° MOMENTO AGINDO

- Agora com o mola model, demonstre as 3 situações para uma estrutura. Você poderá montar um poste, um pórtico, uma laje).



### 5° MOMENTO TESTANDO

- Mais uma vez com o mola model, monte uma estrutura e peça para os alunos analisarem e desenharem a estrutura no verso da folha entregue no início da aula, representando as condições de apoio da maneira convencionada e demonstrada pelo professor.
- Problematicando: Pergunte qual é a condição de apoio que eles representam em cada apoio e quais as restrições de cada um.



## 6° MOMENTO FINALIZANDO

- Faça o desenho da estrutura no quadro com as condições de apoio demonstrada junto com as reações que surgem.
- Explique quando uma estrutura é considerada hipoestática, isostática e hiperestática, para fins de cálculo.
- Peça para os alunos voltarem na imagem inicial e classifiquem o objeto conforme a sua condição de equilíbrio.



## 7° MOMENTO AVALIAÇÃO

- Peça aos alunos que escrevam o que entenderam e em uma escala de 1 a 5 qual número você escolhe para seu aprendizado.
- Recolha a folha que os alunos utilizaram para escrever e desenhar durante a aula e avalie o grupo conforme a sua participação durante a aula e o cumprimento de cada atividade.



## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### TEMA: VIGAS CONTÍNUAS vs VIGAS



#### *Conteúdo*

- ✓ Vinculação da Viga
- ✓ Deformada da viga no pórtico



#### *Habilidades*

- ✓ Analisar condição de apoio
- ✓ Identificar condição de apoio
- ✓ Analisar a deformada da viga junto aos apoios
- ✓ identificar os esforços gerados no pilar
- ✓ comparar as duas modelagens construtivas



#### *Tempo*

- ✓ Uma aula de 60 minutos



#### *Materiais*

- ✓ Pincel de quadro.
- ✓ Mola Model.
- ✓ Imagens impressas em folhas A4

## Aula 02



### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Grupos com no máximo **4 membros**



### SENSIBILIZAÇÃO

- Mostre aos alunos através de figuras ou desenhos no quadro, uma viga contínua sobre quatro pilares.
- Divida a sala em grupos com 4 pessoas e entregue uma folha de papel A4.



### 1º MOMENTO OBSERVANDO

- Peça para os alunos fazerem um bastão com uma folha de papel A4 e para posicionarem sobre quatro objetos que sirvam de apoio no meio e nas extremidades. Pergunte para eles o que acontece quando colocamos peso no primeiro vão do bastão e o porquê isso acontece. Depois repita o experimento para os demais vãos
- Agora peça para que partam o bastão em três pedaços e que repitam a atividade.



## 2º MOMENTO INTERPRETANDO

- Depois das respostas, peça para que eles desenhem ou escrevam as restrições ou liberdades dos vínculos da viga entre vãos e com o pilar.



## 3º MOMENTO CONSTRUINDO

- Agora no quadro, explique a diferença entre uma viga contínua e a viga biengastada e o que isso implica na estrutura
- Assim, mostre a deformada do pórtico através de linhas do diagrama elástico.



## 4º MOMENTO AGINDO

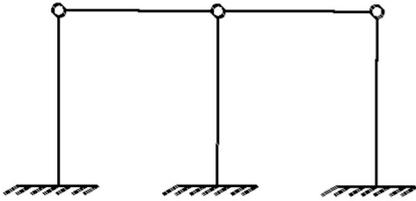
- Agora com o mola model, demonstre as duas situações estudadas.
- Nesta primeira imagem temos uma estrutura engastada em todos os nós.



- Agora analise com os alunos a deformada da estrutura submetida a uma força horizontal.



- Neste próximo desenho, monte o mesmo pórtico, porém dividindo a viga nos vãos, e analise a deformada com o Mola Model.



- É interessante que durante todo o experimento, todos os alunos possam interagir com o Mola Model para que possam sentir como o esforço de suas mãos interfere na estrutura.



## 5° MOMENTO FINALIZANDO

- Com este experimento, explique para os alunos como essa diferença de comportamento da viga irá interferir na estabilidade global da estrutura (se mais deslocável ou não) e no seu dimensionamento.



## 7° MOMENTO AVALIAÇÃO

- Peça aos alunos que escrevam o que entenderam e em uma escala de 1 a 5, qual número melhor avalia seu aprendizado.
- Recolha a folha que os alunos utilizaram para escrever e desenhar durante a aula e avalie o grupo conforme a sua participação durante a aula e o cumprimento de cada atividade

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### TEMA: PILARES



#### *Conteúdo*

- ✓ Condições de apoio
- ✓ Consideração de cálculo em estruturas indeslocáveis



#### *Habilidades*

- ✓ Analisar condição de apoio
- ✓ Identificar condição de apoio
- ✓ Analisar a deformada do pilar
- ✓ Identificar os esforços de flambagem gerados no pilar



#### *Tempo*

- ✓ Uma aula de 60 minutos



#### *Materiais*

- ✓ Pincel de quadro.
- ✓ Mola Model.
- ✓ Imagens impressas em folhas A4

## Aula 03



### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Grupos com no máximo **4 membros**



### SENSIBILIZAÇÃO

- Mostre através de figuras ou de desenhos no quadro as diferentes condições de apoio de pilares (apoio de primeiro, segundo e terceiro gênero).



### 1º MOMENTO OBSERVANDO

- Peça para os alunos desenharem a maneira que o pilar irá se comportar em cada situação.
- Problematicando: Questione o porquê das respostas deles, Como eles enxergam a rigidez dos nós.



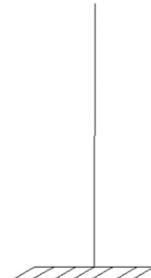
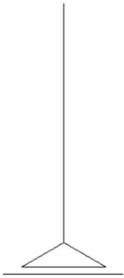
### 2º MOMENTO INTERPRETANDO

- Depois das respostas, peça para que eles desenhem ou escrevam uma simbologia que descreva as restrições ou liberdades de cada apoio.



## 3° MOMENTO CONSTRUINDO

- Agora no quadro, explique o que cada restrição implica na estrutura e que para cada restrição, há uma reação que a provoca.
- Assim, mostre a simbologia convencionada para cada caso (apoio de 1º gênero, apoio de 2º gênero e engastado).



## 4° MOMENTO AGINDO

- Agora com o mola model, demonstre as 3 situações para uma estrutura. Com isso, tens condições de explicar qual a condição básica para o equilíbrio de uma estrutura.





## 5° MOMENTO TESTANDO

- Mais uma vez com o mola model, monte outra estrutura e peça para os alunos analisarem e desenharem a estrutura no verso da folha entregue no início da aula, representando as condições de apoio. Por exemplo:



- Problematizando: Pergunte qual é a condição de apoio que eles representam em cada apoio e quais as restrições de cada um.



## 6° MOMENTO FINALIZANDO

- Faça o desenho da estrutura no quadro com as condições de apoio demonstrada junto com as reações que surgem.



## 7° MOMENTO AVALIAÇÃO

- Peça aos alunos que escrevam o que entenderam e em uma escala de 1 a 5 qual número melhor avalia seu aprendizado.
- Recolha a folha que os alunos utilizaram para escrever e desenhar durante a aula e avalie o grupo conforme a sua participação durante a aula e o cumprimento de cada atividade.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
TEMA: ESTABILIDADE



*Conteúdo*

- ✓ Condições de vinculação no pórtico
- ✓ Elemento Rígido de contraventamento
- ✓ Soluções de Contraventamento



*Habilidades*

- ✓ Interpretar os deslocamentos de uma estrutura
- ✓ Desenvolver a melhor solução de contraventamento



*Tempo*

- ✓ Uma aula de 60 minutos



*Materiais*

- ✓ Pincel de quadro.
- ✓ Mola Model.
- ✓ Imagens impressas em folhas A4

## Aula 04



### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Grupos com no máximo **4 membros**



### SENSIBILIZAÇÃO

- Em um primeiro momento é importante interagir com os alunos visando uma melhor participação de cada um deles.
- Divida a sala em grupos com 4 pessoas e entregue uma folha com imagens aleatórias (um galpão de estrutura metálica contraventado por paredes estruturais ou por cabos, um edifício com elemento rígido ou sem ele, etc.).



### 1º MOMENTO OBSERVANDO

- Pergunte aos alunos se eles conseguem imaginar como a estrutura iria se comportar como um todo (translação e rotação). Peça que anotem.
- Problematizando: Questione o porquê das respostas deles, quais restrições de movimentos eles enxergaram.



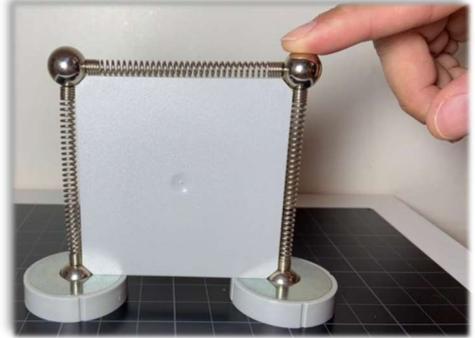
### 2º MOMENTO INTERPRETANDO

- Depois das respostas, peça para que eles desenhem ou escrevam uma simbologia que descreva as restrições ou liberdades de cada apoio.



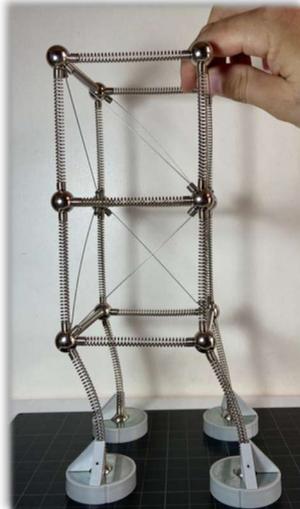
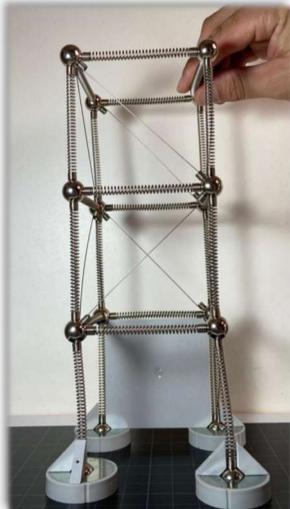
### 3° MOMENTO CONSTRUINDO

- Agora no quadro, explique o que cada restrição implica na estrutura. Podes usar o Mola model para auxiliar na explicação de conceitos básicos:



### 4° MOMENTO AGINDO

- Agora com o mola model, construa uma estrutura maior e explique as condições básicas para o equilíbrio de uma estrutura.



- Com essas três estruturas montadas consegue explicar a influência de uma parede estrutural na estabilidade lateral do edifício; podes demonstrar a importância de estruturas de contraventamento nos pavimentos superiores e suas implicações (é interessante que os alunos possam mexer na estrutura nessas três condições, pois a interação traz uma experiência bem realista do comportamento estrutural).



### 5° MOMENTO TESTANDO

- Mais uma vez com o mola model, monte outra estrutura sem contraventamento e peça para os alunos escolherem os elementos de contraventamento e desenharem simplificada a estrutura no verso da folha entregue no início da aula.
- Problematizando: Pergunte o que motivaram eles a escolherem cada tipo de elemento de contraventamento e suas posições.



### 6° MOMENTO FINALIZANDO

- Faça o desenho da estrutura no quadro corrigindo, se necessário, as soluções de contraventamento escolhidas pelos alunos.



### 7° MOMENTO AVALIAÇÃO

- Peça aos alunos que escrevam o que entenderam e em uma escala de 1 a 5, qual número melhor avalia seu aprendizado.
- Recolha a folha que os alunos utilizaram para escrever e desenhar durante a aula e avalie o grupo conforme a sua participação durante a aula e o cumprimento de cada atividade

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA

### TEMA: ESTRUTURA APORTICADA



#### Conteúdo

- ✓ Redistribuição dos esforços
- ✓ Soluções de Enrijecimento da ligação viga-pilar



#### Habilidades

- ✓ Analisar os efeitos do carregamento horizontal na estrutura (vento, por exemplo)
- ✓ Identificar soluções para combater aos esforços gerados



#### Tempo

- ✓ Uma aula de 60 minutos



#### Materiais

- ✓ Pincel de quadro.
- ✓ Mola Model.
- ✓ Imagens impressas em folhas A4

## Aula 05



### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Grupos com no máximo **4 membros**



### SENSIBILIZAÇÃO

- Interaja com os alunos citando um prédio que da cidade ou de repercussão nacional que tenha sofrido algum deslocamento horizontal.
- Divida a sala em grupos com 4 pessoas e entregue uma folha com imagens de estruturas aporticadas.



### 1º MOMENTO OBSERVANDO

- Peça para os alunos imaginarem a estrutura proposta se deformando e quais implicações isso traria para o conjunto vigapilar.



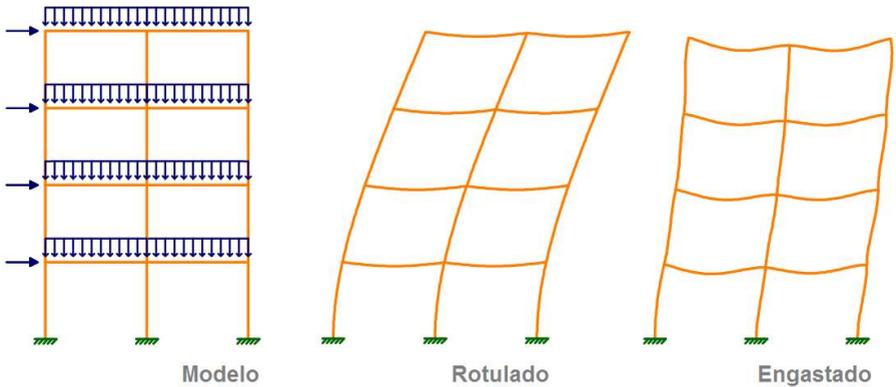
### 2º MOMENTO CRIANDO

- Peça para os alunos desenharem como seria a deformação da estrutura inteira caso ela sofresse uma inclinação lateral de alguns centímetros.
- Peça que assinalem as barras que possam estar sendo tracionadas ou comprimidas.



## 3° MOMENTO CONSTRUINDO

- Agora no quadro, explique como a deformação ocorre e quais as implicações no conjunto viga-pilar.

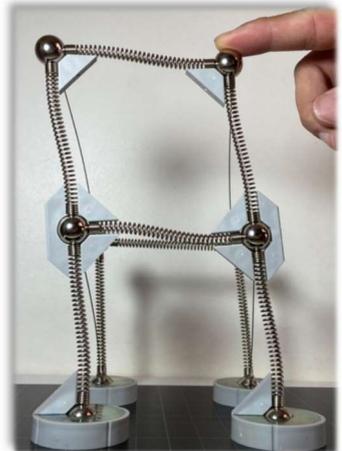


Autoria: Altoqi, Como enrijecer uma estrutura, 2020



## 4° MOMENTO AGINDO

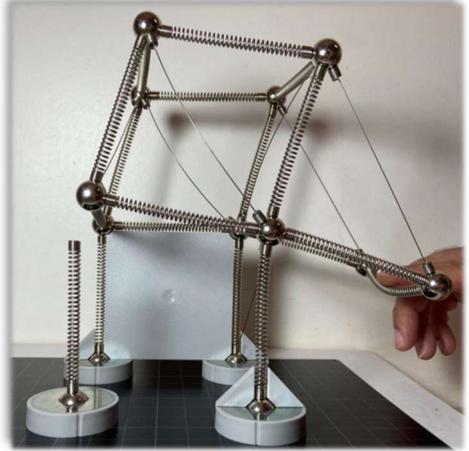
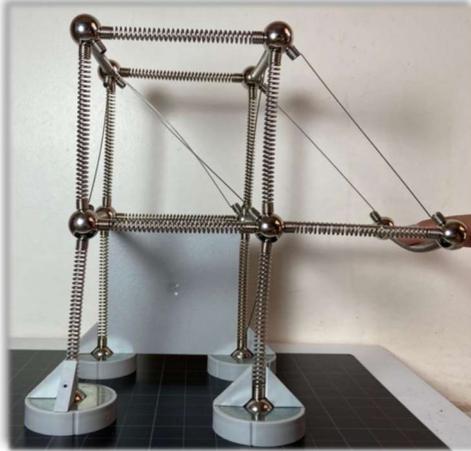
- Agora demonstre com o mola model.





## 5° MOMENTO TESTANDO

- Mais uma vez com o mola model, monte outra estrutura e peça para os alunos analisarem e desenharem a estrutura no verso da folha entregue no início da aula, representando as deformações e indicando os esforços gerados nas barras.



## 6° MOMENTO FINALIZANDO

- Faça o desenho da estrutura no quadro e explique as deformações e as tensões geradas no conjunto viga-pilar (tração / compressão) e a importância dos elementos enrijecedores e quando é possível abra mão deles.



## 7° MOMENTO AVALIAÇÃO

- Peça aos alunos que escrevam o que entenderam e em uma escala de 1 a 5, qual número melhor avalia seu aprendizado.
- Recolha a folha que os alunos utilizaram para escrever e desenhar durante a aula e avalie o grupo conforme a sua participação durante a aula e o cumprimento de cada atividade

SEQUÊNCIA DIDÁTICA  
TEMA: TRELIÇAS



*Conteúdo*

- ✓ Redistribuição de esforços em treliças



*Habilidades*

- ✓ Analisar os esforços atuantes nas barras de uma treliça
- ✓ Identificar as possibilidades para vencer grandes vãos com uma estrutura mais leve



*Tempo*

- ✓ Uma aula de 60 minutos



*Materiais*

- ✓ Pincel de quadro.
- ✓ Mola Model.
- ✓ Imagens impressas em folhas A4

## Aula 06



### ORGANIZAÇÃO DA TURMA

- Grupos com no máximo 4 membros



### SENSIBILIZAÇÃO

- Interagir com os alunos perguntando se sabem o que é uma treliça e onde usamos.
- Divida a sala em grupos com 4 pessoas e entregue uma folha com imagens de treliças (galpão metálico, supermercado, etc.).



### 1º MOMENTO OBSERVANDO

- Pergunte para os alunos como eles acreditam que as barras da treliça influenciam no alcance de vãos grandes mesmo sendo elementos leves comparados a estruturas convencionais de concreto armado. Peça que anotem.



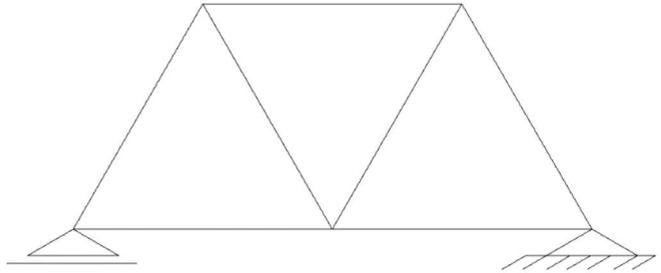
### 2º MOMENTO CRIANDO

- Depois das respostas, peça para que eles desenhem como seria a distribuição de esforços nas barras da treliça.

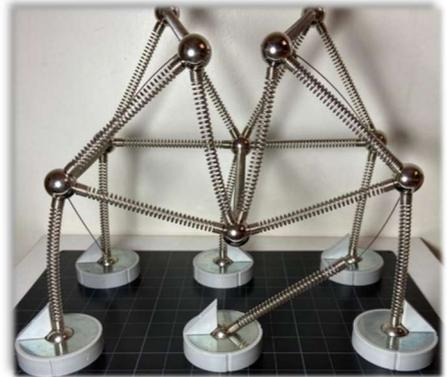
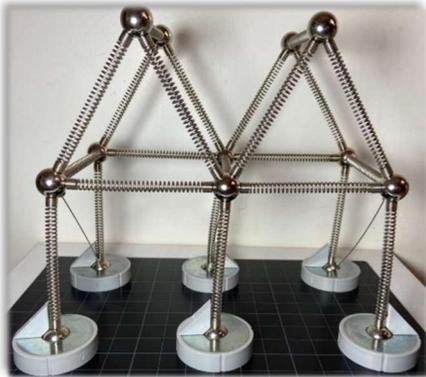


## 3° MOMENTO CONSTRUINDO

- Agora no quadro, explique a distribuição dos esforços na treliça e como isso ocorre.



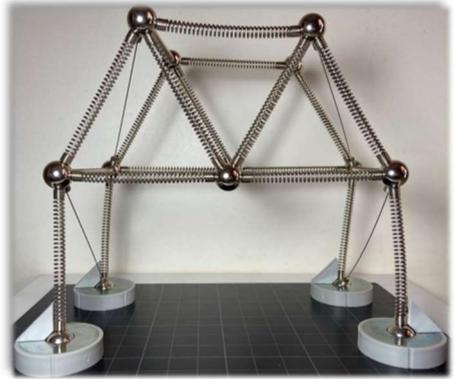
## 4° MOMENTO AGINDO



- Agora com o mola model, monte a sequência a seguir:
- Com essas duas estruturas aproveite para mostrar a redistribuição dos esforços caso se retire o pilar central da frente. Veja como os pilares de canto são tracionados pelo Momento Fletor que é gerado em razão do carregamento que era distribuído no apoio central e o Esforço Normal de tração nas vigas que chegam nesse apoio.



- Depois que reposicionamos a barra que estava representando o pilar servindo, agora, como viga central na parte de cima, podemos perceber que o Esforço Normal gerado nela é de compressão, trazendo equilíbrio para a estrutura por redistribuição de esforços. Vale atentar para a palavra “redistribuição”, pois as cargas não desaparecem, mas apenas são redirecionadas.



### 5° MOMENTO TESTANDO

- Agora monte uma estrutura aperticada com o Mola Model e peça sugestões dos alunos para tirar o maior número de pilares, reposicionando as barras e formando novas treliças.



### 6° MOMENTO FINALIZANDO

- Faça o desenho no quadro da estrutura desenvolvida com a turma e explique a distribuição dos esforços nas barras das treliças. Não faça isso sozinho, peça a contribuição dos alunos.



### 7° MOMENTO AVALIAÇÃO

- Peça aos alunos que escrevam o que entenderam e em uma escala de 1 a 5, qual número melhor avalia seu aprendizado.
- Recolha a folha que os alunos utilizaram para escrever e desenhar durante a aula e avalie o grupo conforme a sua participação durante a aula e o cumprimento de cada atividade.

