



Carga crítica



Fornecido pelo TryEngineering - www.tryengineering.org
[Clique aqui para dar seu feedback sobre esta lição](#)

Foco da lição

A lição se concentra em problemas enfrentados por engenheiros civis, inclusive carga crítica e como reforçar o projeto de uma estrutura para suportar mais peso.

Resumo da lição

A atividade Carga crítica explora conceitos de engenharia estrutural e como medir a carga crítica, ou o peso máximo que uma estrutura pode suportar. Os estudantes aprenderão sobre estruturas básicas, como reforçar, seleção de materiais e trabalho em equipe, projetando e construindo um protótipo de estrutura que suporte pesos cada vez maiores.

Faixa etária

8-14.

Objetivos

- ✦ Aprender sobre engenharia civil e sobre teste de estruturas de construções.
- ✦ Aprender sobre níveis de eficiência e carga crítica.
- ✦ Aprender sobre trabalho em equipe e a solução de problemas de engenharia.

Resultados esperados para os alunos

Como resultado desta atividade, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Níveis de eficiência e carga crítica.
- ✦ Projeto estrutural e testes.
- ✦ Solução de problemas de engenharia.
- ✦ Medição e relatórios.
- ✦ Trabalho em equipe.

Atividades da lição

Os alunos aprenderão como testar a carga máxima de estruturas, projetando protótipos de construções feitas de cartas de baralho. Os tópicos examinados incluem solução de problemas, trabalho em equipe e o processo de projetos em engenharia. Os alunos trabalharão em equipe para projetar a estrutura mais forte, avaliarão a capacidade de carga e a carga crítica e analisarão por que o projeto mais forte funcionou melhor. Os alunos também aprenderão sobre casos famosos de sucesso e falha de estruturas de construções.

Carga crítica

Recursos/Materiais

- ✦ Documentos de recursos do professor (anexos).
- ✦ Folha de recursos do aluno (anexa).
- ✦ Folha de trabalho do aluno (anexa).

Alinhamento a grades curriculares

Consulte a folha de alinhamento curricular anexa.

Recursos na internet

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org).
- ✦ Bryan Burg - empilhador de cartas de baralho (www.cardstacker.com).
- ✦ Grandes Estruturas do Mundo (<http://greatstructures.info>).
- ✦ Compêndio McREL de Padrões e Marcas de Referência (www.mcrel.org/standards-benchmarks). Uma compilação dos padrões atuais do currículo K-12 (ensino fundamental e médio) dos EUA, em formatos pesquisável e navegável.
- ✦ Padrões Educacionais de Ciência dos EUA (www.nsta.org/standards).

Leituras recomendadas

- ✦ Stacking the Deck : Secrets of the World's Master Card Architect, de Bryan Berg (ISBN: 0743232879).
- ✦ Why Buildings Stand Up: The Strength of Architecture, de Mario Salvadori (ISBN: 0393306763).
- ✦ Why Buildings Fall Down: How Structures Fail Architecture, de Mario Salvadori (ISBN: 039331152X).

Atividades escritas opcionais

- ✦ Escrever um ensaio ou parágrafo descrevendo um edifício conhecido de sua cidade. Incluir a história, desafios interessantes de engenharia do edifício e desafios que os engenheiros enfrentaram no projeto e construção.

Carga crítica



Para professores:

Alinhamento a grades curriculares

Nota: Todos os planos de aula deste conjunto são alinhados ao National Science Education Standards dos EUA (produzidos pelo National Research Council e endossados pela National Science Teachers Association) e, se aplicável, ao Standards for Technological Literacy da International Technology Education Association e ao Principles and Standards for School Mathematics do National Council of Teachers of Mathematics.

◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, séries K-4 (idades de 4 a 9 anos)

CONTEÚDO PADRÃO B: ciências físicas

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Propriedades de objetos e materiais.

CONTEÚDO PADRÃO F: ciência em perspectivas pessoais e sociais

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Riscos e benefícios.
- ✦ Ciência e tecnologia na sociedade.

CONTEÚDO PADRÃO G: história e natureza da ciência

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ História da ciência.

◆ Padrões Educacionais de Ciências dos EUA, 5ª a 8ª séries (idades de 10 a 14 anos)

CONTEÚDO PADRÃO E: ciência e tecnologia

Como resultado das atividades da 5ª a 8ª série, os estudantes devem desenvolver:

- ✦ Habilidades de projeto tecnológico.
- ✦ Compreensão de ciência e tecnologia.

CONTEÚDO PADRÃO F: ciência em perspectivas pessoais e sociais

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Riscos e benefícios.
- ✦ Ciência e tecnologia na sociedade.

CONTEÚDO PADRÃO G: história e natureza da ciência

Como resultado das atividades, os estudantes devem desenvolver uma compreensão de:

- ✦ Natureza da ciência.
- ✦ História da ciência.

Carga crítica



Para professores: Alinhamento a grades curriculares (continuação)

◆ Padrões para a Educação Tecnológica - todas as idades

A natureza da tecnologia

- ✦ Padrão 1: Os estudantes desenvolverão uma compreensão das características e do escopo da tecnologia.
- ✦ Padrão 3: Os estudantes desenvolverão uma compreensão dos relacionamentos entre tecnologias e as conexões entre tecnologia e outros campos de estudo.

Tecnologia e sociedade

- ✦ Padrão 4: Os estudantes desenvolverão uma compreensão dos efeitos culturais, sociais, econômicos e políticos da tecnologia.
- ✦ Padrão 6: Os estudantes desenvolverão uma compreensão do papel da sociedade no desenvolvimento e uso da tecnologia.
- ✦ Padrão 7: Os estudantes desenvolverão uma compreensão da influência da tecnologia na história.

Projeto

- ✦ Padrão 9: Os estudantes desenvolverão uma compreensão do projeto de engenharia.
- ✦ Padrão 10: Os estudantes desenvolverão uma compreensão do papel da busca de erros, pesquisa e desenvolvimento, invenção e inovação e experimentação na solução de problemas.

Habilidades para um mundo tecnológico

- ✦ Padrão 11: Os estudantes desenvolverão habilidades para aplicar o processo de projeto.
- ✦ Padrão 13: Os estudantes desenvolverão habilidades para avaliar o impacto de produtos e sistemas.

O mundo projetado

- ✦ Padrão 20: Os estudantes desenvolverão uma compreensão e serão capazes de selecionar e usar tecnologias de construção.

Carga crítica



Para professores: Recursos do professor

◆ Propósito da lição

Explorar conceitos de engenharia estrutural e como medir a carga crítica, ou o peso com que uma estrutura falha. Os estudantes aprenderão sobre estruturas básicas, como reforçar, seleção de materiais e trabalho em equipe, projetando e construindo um protótipo de estrutura que suporte o maior peso.

◆ Objetivos da lição

- ✦ Os alunos aprenderem sobre engenharia civil e sobre teste de estruturas de construções.
- ✦ Os estudantes aprenderem sobre carga crítica.
- ✦ Os estudantes aprenderem sobre trabalho em equipe e a solução de problemas de engenharia.

◆ Materiais

- Folhas de recursos do aluno.
- Folhas de trabalho do aluno.
- Um conjunto de materiais para cada equipe de estudantes:
 - Doze cartas de baralho novas.
 - Um rolo de fita adesiva.
 - 4 moedas.
- Materiais de teste:
 - Base de caixa de papelão quadrada vazia de suco/leite de um litro.
 - Objetos para fazer a base pesar de 2 a 4,5 kg (moedas, bolinhas de gude, areia).



◆ Procedimento

1. Mostre aos estudantes a folha de referência do aluno. Elas podem ser lidas em sala ou fornecidas como material de leitura como lição de casa para a noite anterior à aula.
2. Forneça a cada equipe de alunos os materiais e peça-lhes para criar uma estrutura que suporte o máximo de peso. Eles devem planejar a estrutura e construir um protótipo para teste. Dê 10 minutos para o planejamento e a execução.
3. O professor/instrutor deve então colocar pesos no protótipo de cada equipe, aumentando o peso até que a estrutura falhe. Os alunos registrarão a carga máxima que cada protótipo suportou com sucesso (o valor imediatamente antes da falha).
4. Cada grupo de alunos apresentará sua visão de projeto e explicará por que eles acham que seu projeto comportou-se bem ou falhou. Pergunte aos estudantes como eles ajustariam o projeto se fossem fazer um novo.

◆ Tempo necessário

De uma a duas sessões de 45 minutos.

Carga crítica



Recurso do aluno: Desafios para os engenheiros civis

◆ O que os engenheiros civis fazem

Engenheiros civis são resolvidores de problemas que enfrentam desafios relacionados à poluição, congestionamentos de trânsito, necessidades de energia elétrica e água encanada, desenvolvimento urbano e planejamento de comunidades. Esta atividade se concentra no trabalho de engenheiros estruturais, que enfrentam o desafio de projetar estruturas que suportem seu próprio peso e o das cargas que elas carregam e que resistam aos ventos, variações de temperatura, terremotos e diversas outras forças.

◆ Falhas famosas em edifícios

Fala-se que a Torre John Hancock de Boston, Massachusetts (EUA), era “conhecida mais por seus erros de engenharia iniciais do que por sua realização arquitetônica”. A oscilação induzida pelo vento era tão grande que se dizia que causava enjôos em pessoas nos andares mais altos. O problema foi resolvido



colocando-se um par de contrapesos amortecedores de 300 toneladas no 58º andar.

Outro problema sério, não relacionado, é que 65 de suas 10.344 vidraças do piso ao teto caíram do edifício durante a construção - felizmente, sem resultar em qualquer ferimento aos trabalhadores ou a transeuntes. Outro exemplo é a biblioteca construída na Syracuse University no final da década de 1970, feita sem levar em conta o peso dos livros!

◆ Estruturas famosas

- A Stratosphere Tower em Las Vegas, Nevada, é a torre independente mais alta dos Estados Unidos (350,2 m), sendo mais alta do que a Torre Eiffel, de Paris, e a Torre de Tóquio.
- A ponte mais alta do mundo fica na França, cruzando o vale do Tarn. Ela tem 2460 m de comprimento e é sustentada por sete pilares, que vão de 77 m a 244 m de altura.
- As Torres Gêmeas da Petronas em Kuala Lumpur, Malásia, são os edifícios de escritórios mais altos do mundo. Elas chegam a 451,9 metros acima do nível da rua.
- A CN Tower em Toronto, Ontário, Canadá, tem o título de “Estrutura Independente e Construção Mais Alta do Mundo”. Ela tem 553,33 m de altura.
- O Canadá também possui o maior shopping center e complexo de entretenimento do mundo: o West Edmonton Mall em Edmonton, Alberta. Ele se estende por 49 hectares (quase 50 quadras) e abriga mais de 800 lojas!

◆ Níveis de eficiência e carga crítica

O nível de eficiência é o peso que faz a estrutura falhar dividido pelo peso da estrutura em si. As estruturas mais eficientes são fortes e leves - uma combinação difícil de se alcançar. Por exemplo, construtores de telhados em áreas em que cai grande volume de neve precisam levar em conta o peso de grandes tempestades de neve no projeto da resistência do telhado. O peso em que um edifício ou estrutura falha é chamado de “carga crítica”.



Carga crítica

Carga crítica



Folha de trabalho do aluno: Medindo a carga crítica - página um

Passo um:

Vocês receberam quatro cartas de baralho, um pouco de fita adesiva e uma tesoura. Em equipe e sem modificar (por exemplo, cortar) as cartas, criem uma estrutura que vocês acham que sustentará um recipiente de 1 litro sem entrar em colapso.

Pergunta:

1. Qual é a estratégia ou plano de construção de sua equipe?

Previsão:

1. Prevejam a “carga crítica” da estrutura que vocês projetaram.

Passo dois:

Em equipe, construam a estrutura (protótipo) para teste.

Passo três:

Seu professor/instrutor testará sua estrutura e determinará com que peso a estrutura de sua equipe falhará, acrescentando pesos mensuráveis (moedas, areia e outros materiais) até que ela entre em colapso. Esta é a “carga crítica” de sua estrutura.



Perguntas:

1. Qual foi a “carga crítica” de sua estrutura?
2. O quanto vocês chegaram perto da previsão do passo um?

Carga crítica

Carga crítica



Folha de trabalho do aluno: Medindo a carga crítica - página dois

3. Que aspectos do seu projeto você acha que ajudaram sua capacidade de suportar mais peso?

4. Que aspectos do seu projeto você acha que prejudicaram sua capacidade de suportar mais peso?

5. Qual foi a carga crítica mais alta de sua turma?

6. Qual a diferença entre o projeto vencedor e o seu? Ou, caso sua equipe tenha a estrutura vencedora, o que vocês acham que diferenciou sua estrutura das demais?

7. Se você pudesse refazer seu projeto completamente, o que mudaria e por quê?

8. Que fatores humanos você acha que um engenheiro civil/estrutural precisa levar em consideração quando planeja um edifício de escritórios? (Exemplos são o peso das pessoas e mobiliário, necessidade de água encanada, ventilação, caminhos para escapar no caso de incêndios.)