

CATAPULTAS: INVASÃO!

Tipologia de atividade	Atividade de exploração
Nível de ensino	2.º Ciclo do Ensino Básico (também pode funcionar com 3 e 4.º ano)
Áreas disciplinares	Física Ciência e Tecnologia
Áreas temáticas	Força, precisão, ângulos
Duração	1 a 2 horas (dependendo da complexidade da construção)

RESUMO

Seguindo os princípios de engenharia (*design process*), vamos construir catapultas exactas e precisas, utilizando materiais comuns, e explorando a ciência e matemática envolvidas. No final, criamos um jogo com lançamentos de bolas a um alvo e testamos as nossas construções. Qual será a catapulta mais precisa?

Enquadramento curricular	<ul style="list-style-type: none">. Estudo do Meio - À descoberta das interligações entre espaços; À descoberta dos materiais e objetos. Matemática - Geometria e Medida. Educação Tecnológica. Educação Visual
Objetivos	<ul style="list-style-type: none">. Utilizar o desenho de processo de engenharia (<i>design process</i>) para criar uma solução para um determinado problema.. Projetar e construir catapultas utilizando materiais do dia a dia.. Perceber o movimento de um projectil, exatidão e precisão.. Compreender como a força afeta o movimento de um projectil.
Materiais	(para cada grupo - 3 pax) <ul style="list-style-type: none">. 3 folhas de papel (para brainstorming). Marcadores coloridos. Base de cartão (15 x 15 cm). Fita adesiva crepe/pintor. Colher de plástico. 3 elásticos de borracha

- . 8 paus de gelado
- . 4 palhinhas
- . 1 bola de pingue-pongue

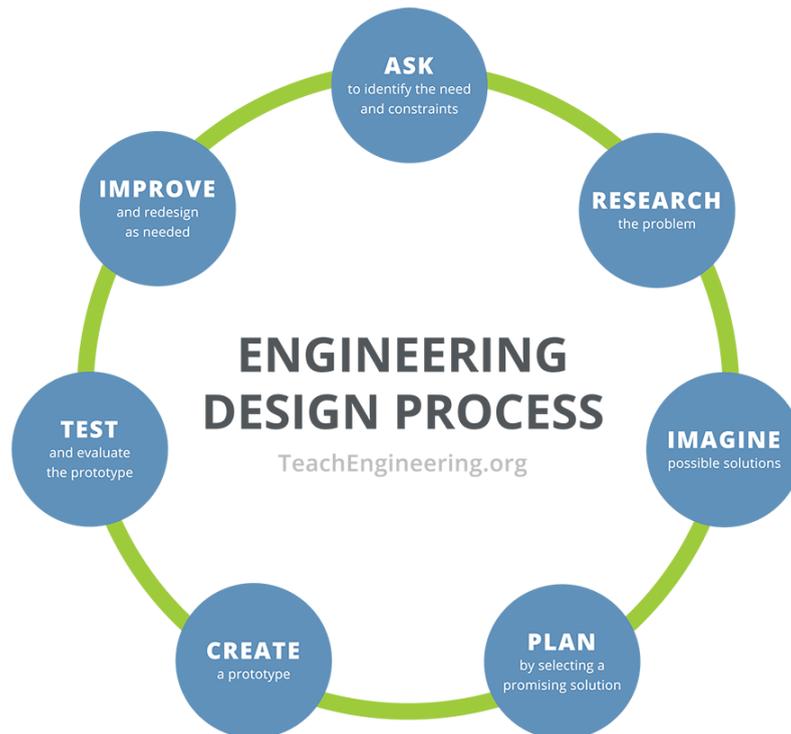
- . Alvo de cartão ou placa de espuma (10 pontos, 50 pontos, 100 pontos e 200 pontos)

INTRODUÇÃO

É possível que já todos tenhamos ouvido falar de catapultas mas, em que consiste realmente uma catapulta? Para que são utilizadas as catapultas?

As primeiras catapultas foram desenvolvidas no séc. IV a.C., na Grécia. A palavra catapulta tem origem na palavra grega *katapéltes* e pode ser utilizada para identificar uma máquina de guerra que serve para lançar projéteis, como pedras e outros objectos, a grande distância. Pretendia-se ao atirar o objeto com a catapulta evitar muralhas, fossos e destruir as instalações/edifícios.

O *design process* de engenharia é um ponto importante para a resolução de desafios de engenharia, independentemente da sua natureza. Este processo refere-se às etapas de concepção, construção, teste e redesenho de um produto ou sistema através de muitas interações, a fim de alcançar soluções que satisfaçam adequadamente os objetivos. Quer se trate de criar um foguetão para nos levar à Lua, uma perna artificial para um corredor, ou o brinquedo mais atual para crianças, os engenheiros seguem as etapas do *design process* de engenharia.



Nesta atividade o desafio proposto é criar catapultas, utilizando alguns materiais do nosso quotidiano, que sejam capazes de lançar bolas de pingue-pongue de uma forma precisa e exata.

Qual a diferença entre precisão e exatidão? Por exemplo, a tua catapulta lança bolas de pingue-pongue sempre para o mesmo local (todas as bolas “aterram” no mesmo ponto), mas não atingem o alvo que era suposto - isto será um exemplo de exatidão ou precisão? (Resposta: Precisão.) Se todas as tuas bolas de pingue-pongue acertarem no alvo, mas em locais diferentes no alvo, isto será um exemplo de exatidão ou de precisão? (Resposta: Exatidão.) E se todas as tuas bolas de pingue-pongue atingirem o alvo no mesmo local? (Resposta: Isto demonstra exactidão e precisão!).

Voltemos ao *design process*: sempre que os engenheiros são confrontados com um desafio, semelhante ao que queremos realizar, utilizam uma ferramenta chamada desenho de processo (desenvolvimento de processo / concepção de processo) de engenharia para os ajudar a encontrar boas soluções. O primeiro passo neste processo é identificar o problema ou desafio. Neste caso, é fácil, precisamos de desenvolver uma máquina que possa lançar bolas de pingue-pongue de uma forma exata e precisa. A pesquisa do problema é o segundo passo - o que é que já foi feito por outras pessoas? O terceiro é imaginar e fazer *brainstorming*/discussão de ideias. Pode-se fazer *brainstorming* de muitas maneiras, mas um método comum é desenhar e discutir ideias como uma equipa e, posteriormente, a(s) melhor(es) são escolhidas e dão forma ao esquema/desenho inicial da equipa. Estes

esquemas são desenhados em papel, com todos os componentes individuais identificados e uma lista dos materiais necessários. Uma vez concluído este esquema, recolhem-se os materiais e começa a construção do protótipo. Normalmente, é durante a construção deste primeiro "protótipo" que são descobertos problemas imprevistos com o esquema inicial. Mesmo os engenheiros com muita experiência passam por este processo, portanto, não esperes que a tua catapulta funcione perfeitamente da primeira vez! O objetivo é aprender com os erros, fazer alterações ao desenho e realizar muitos testes. Após vários testes e ajustes, a catapulta acabará por funcionar.

O *design process* de engenharia envolve um ciclo de construção, teste e reestruturação do esquema inicial, muitas e muitas vezes. Cada nova ideia de *design* é designada por iteração. No caso da tua catapulta, esta iteração poderia ser um desenho totalmente novo ou algo tão pequeno como uma nova forma de segurar a bola de pingue-pongue na colher. Normalmente, os engenheiros passam por muitas iterações antes de terem um esquema/desenho que funcione bem.

QUESTIONAR

- . De que preciso para que a minha catapulta consiga lançar uma bola de pingue-pongue?
- . A catapulta que desenhei inicialmente funcionou da forma que previ?
- . Que mudanças ou correções posso fazer para que a minha catapulta lance a bola para o alvo que pretendo?

EXPLORAR

| Antes da Actividade

Preparar um espaço (em cima de uma mesa ou no chão) para colocar o(s) alvo(s) com diferentes pontuações: 10, 50, 100 e 200 pontos, por exemplo. Fazer alvos simples utilizando cartão, caixas de ovos, lona, ..., e colocar os valores de pontos mais baixos mais próximos da área de lançamento.

| Construção das catapultas

Divisão do grupo em grupos menores, de 2 ou 3 pessoas cada.

1. Faz um *brainstorming* com o teu grupo, para pensarem e discutirem vários desenhos possíveis de catapultas e depois escolherem, desenharem e legendarem os materiais, da versão que vos pareça mais eficiente.

2. Recolhe os materiais de que necessitas e, em conjunto com o teu grupo, construem a vossa catapulta.
3. Testem a primeira versão da vossa catapulta (protótipo) e, se necessário, façam os ajustes e aperfeiçoem a vossa construção para o teste final.
4. No teste final, cada grupo/equipa tem três tentativas de lançamento ao(s) alvo(s) (o mesmo número de lançamentos que o número de elementos do grupo).
5. Somar os pontos de cada equipa e apurar qual a equipa com a catapulta mais eficiente (vencedora).
6. Com o grupo todo, observar e analisar as características da catapulta vencedora, assim como das restantes catapultas, para perceber o que a tornou mais exacta e precisa, e de que forma as catapultas que não foram vencedoras poderiam ser melhoradas.

| Extensões à actividade

- . Ajustar a massa da bola de pingue-pongue, colando-lhe moedas de 1 ou 2 cêntimos, por exemplo. Registrar até que ponto a catapulta lança diferentes massas. Fazer gráficos destes dados colocando o número de cêntimos no eixo x, e a distância a que a catapulta lançou a bola no eixo y. Qual é o aspecto do gráfico?
- . Testar outros objetos e materiais.

EXPLICAR

| Força

O objetivo desta catapulta é lançar uma bola de pingue-pongue para um determinado alvo. Um dos conceitos científicos aqui envolvidos é a força. Como pensas que a força afeta a velocidade da bola de pingue-pongue e a distância que percorre? (Resposta: Mais força significa mais velocidade e mais distância.) Quanto mais força se aplica numa catapulta, mais força é aplicada ao objeto a ser lançado. Pensa no tipo de catapulta mais simples possível: uma colher de plástico. Se alguma vez lançaste algo a partir de uma colher de plástico, talvez saibas que se se acrescentar mais força puxando o topo da colher mais para trás, o projétil vai conseguir ir mais rápido e mais longe. Uma fisga é um outro exemplo - quanto mais força se aplicar, puxando para trás o elástico da fisga, maior será a força aplicada ao projétil. Isto significa que o projétil irá mais rápido e mais longe.

Ao impulsionar a bola de pingue-pongue para um lançamento, serão aplicadas forças significativas à estrutura da catapulta, em muitas direções diferentes. Então, se o lançamento da tua catapulta for realizado com muita força, o teu projétil (a bola de pingue-pongue) também será lançado com muita força. Se a tua bola de pingue-pongue não

estiver a chegar ao alvo, deverás aumentar a força no lançamento ou diminuí-la? (Resposta: Aumentar.) E se lançares a bola de pingue-pongue e ela passar muito para além de todos os alvos? Deverás aumentar ou diminuir a força no próximo lançamento? (Resposta: Diminuir.)

Para garantir que a tua estrutura resiste a todas estas forças variáveis, pondera o uso de triângulos na base da tua catapulta. Um triângulo é a forma geométrica mais forte, porque os seus lados não se podem mover a menos que o seu comprimento mude. Isto significa que se fizeres um triângulo usando paus de gelado, por exemplo, um dos paus de gelado teria de se partir para que a forma mudasse. Por outro lado, um quadrado ou um rectângulo pode facilmente comprimir e mudar de forma, para um diamante ou outro tipo de quadrilátero, sem que nenhum dos lados mude de comprimento. Estas formas variáveis podem levar a muita tensão nas ligações e podem causar o colapso da catapulta no lançamento de uma bola de pingue-pongue.

| Movimento

“Movimento do projectil” refere-se ao movimento de um objecto projectado para o ar num ângulo. Galileu foi a primeira pessoa a descrever com precisão o movimento do projectil, analisando as componentes horizontal e vertical separadamente. Existem duas equações importantes para a posição em movimento de projectil sem fricção. Embora estas equações não sejam necessárias para esta atividade, elas demonstram como o movimento do projectil pode ser decomposto em dois componentes e mostram a relação entre distância horizontal ou vertical, tempo, e o ângulo em que o projectil é lançado. A primeira equação dá a posição horizontal do projectil em função do tempo e a segunda dá a posição vertical do projectil em função do tempo.

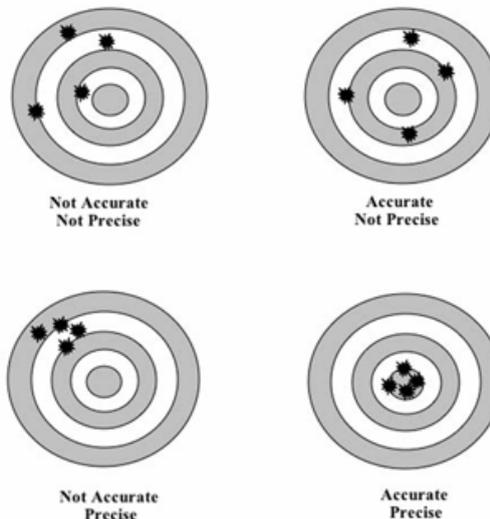
Galileu argumentou que um projectil não é influenciado apenas por um movimento, mas por dois. O movimento que atua verticalmente é a força da gravidade, e isto puxa um objeto em direção à Terra a 9,8 metros por segundo. Mas enquanto a gravidade puxa o objeto para baixo, o projectil está também a avançar (horizontalmente) ao mesmo tempo. Este movimento horizontal é uniforme e constante, de acordo com o princípio de inércia de Galileu. Foi capaz de demonstrar que um projectil é controlado por dois movimentos independentes que trabalham em conjunto para criar uma curva matemática precisa. Descobriu, ainda, que a curva tem uma forma matemática exacta chamada parábola. Galileu concluiu que o caminho de qualquer projectil é uma parábola.

Uma parábola é uma curva simétrica, o que significa que a descida de um projectil é uma imagem espelho da viagem para cima. Para que um projectil percorra a maior distância horizontal possível, deve ser lançado a partir de um ângulo de 45°. Se um projectil for lançado de um ângulo superior a 45°, ele sobe, mas não percorre a mesma distância

horizontal. Se o mesmo projectil for lançado a partir de um ângulo inferior a 45° , não irá tão alto e, portanto, será puxado para o chão mais rapidamente pela força gravitacional. Curiosamente, se a distância horizontal vs. o ângulo em que o projectil é lançado fosse registado num gráfico, isto daria um gráfico simétrico. Isto significa que um projectil lançado a 30° tem o mesmo alcance que um lançado a 60° .

| Exatidão e Precisão

A exactidão descreve a proximidade de uma medição ao valor padrão ou verdadeiro. Precisão é o grau em que várias medições fornecem respostas muito próximas umas das outras. Para compreender melhor a exactidão e precisão e como se relacionam com esta atividade, considera o exemplo de disparar setas contra um alvo. Neste caso, a exatidão descreve a proximidade das setas ao alvo no centro do alvo. As setas que atingem mais perto do alvo são consideradas mais exactas. Quanto mais próximas as medidas de um sistema do valor aceite, mais preciso é o sistema. A precisão diz respeito a se as setas atingem ou não o alvo no mesmo local. Quando todas as setas estão agrupadas, o conjunto é considerado preciso, uma vez que todas atingiram a proximidade de um mesmo ponto. As setas não precisam de acertar no centro do alvo para serem precisas, como mostra a figura abaixo.



SABER MAIS

| Definições

. Catapulta: Um brinquedo/máquina que lança um projétil.

- . Exatidão: O grau de aproximação de uma quantidade medida ou calculada ao seu valor real (verdadeiro). Nesta atividade, a exatidão é a capacidade de atingir o alvo com a bola de pingue-pongue.
- . Geometria: Uma área da matemática que estuda a forma, o tamanho, a posição e as propriedades do espaço.
- . Precisão: O grau em que outras medições ou cálculos mostram os mesmos resultados semelhantes. Nesta atividade, a precisão é a capacidade de atingir o mesmo local várias vezes com a bola de pingue-pongue.
- . Projétil: Um objeto que é lançado ou atirado, geralmente ao ar, por uma determinada força.
- . Quadrilátero: Um polígono com quatro lados. Exemplos incluem quadrados, retângulos e trapézios.
- . Triângulo: Um polígono com três lados.

BIBLIOGRAFIA

https://www.teachengineering.org/activities/view/cub_catapult_lesson01_activity1

https://www.teachengineering.org/lessons/view/cub_catapult_lesson01

https://www.pavconhecimento.pt/uploads/4580_e4e3254a9f028e265d48db4736b3aac9.pdf