

MNPEF
MESTRADO NACIONAL
PROFISSIONAL EM
ENSINO DE FÍSICA



PRODUTO EDUCACIONAL

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO ROBÓTICA EDUCACIONAL E
GAMIFICAÇÃO EMPREGANDO O KIT EV3 LEGO**

MARCOS FABRÍCIO CAMPOS TAVARES

ORIENTADORA: Dra. Cristiana Schmidt de Magalhães.

**ALFENAS – MG
Agosto de 2019**

SUMÁRIO

1	Introdução	03
2	Público alvo	04
3	Objetivo Geral	04
4	Objetivo Específico	04
5	Sequência Didática	05
6	Proposta Metodológica	06
7	Prática 1: Energia e Potência – Bate estacas	07
8	Prática 2: Máquinas e Equilíbrio - Elevador	07
9	ETAPAS DE MONTAGEM	08
9.1	Bate Estacas	08
9.2	Elevador	09
10	PROGRAMAÇÃO DOS ROBÔS	10
11	SEQUÊNCIA DIDÁTICA	12
12	GAMIFICAÇÃO	13
13	DESAFIOS DO BATE ESTACAS	13
14	REALIZAÇÃO DO TESTE	16
15	CÁLCULO DE CARGA NAS EDIFICAÇÕES	19
16	DESAFIOS DO ELEVADOR	23
17	TESTES COM O ELEVADOR	24
	REFERÊNCIAS	27
	ANEXOS	28

1 INTRODUÇÃO

O presente produto educacional, visa mostrar a confecção de uma sequência didática estruturada dentro da proposta da Robótica educacional utilizando o *kit* Lego *Mindstorms* EV3 aliado à Gamificação, como recurso didático para as aulas de Física para alunos do 1º Ano do Ensino Médio, podendo ser estendida por todo Ensino Médio e fundamental, dada a facilidade que essa ferramenta tem para despertar o interesse nos alunos quando desafiados.

A *Gamificação* consiste basicamente no uso de elementos de jogos (*Games*), que envolvam, a estratégia, a mecânica, o pensamento, o planejamento com a finalidade de auxiliar alunos na solução de problemas e com isso promover a aprendizagem (WERBACH e HUNTER, 2012).

A proposta de *Gamificar* as aulas, veio das observações feitas em laboratório, onde se percebia as aulas de Robótica como uma maneira lúdica, divertida de trabalhar certo conteúdo da Física com o uso dos Robôs, tornando-se uma boa oportunidade de aprendizado por parte dos alunos.

Dado o fato de a atual geração ser de nativos digitais, a ideia de *Gamificar* as atividades durante as aulas de Física, tornou-se uma excelente ferramenta de Ensino, que visasse além do aprendizado, uma maneira divertida, desafiadora e que por meio dessa estratégia, as equipes pudessem ser premiadas ao atingirem os objetivos estipulados.

O projeto de pesquisa foi aplicado em duas turmas de 1º ano do Ensino médio com 30 alunos cada, numa escola de Ensino Médio articulado ao ensino técnico na cidade de Varginha, MG.

Para análise de dados, propostas e desafios, foram selecionados temas da Física relacionados com Potência e energia e Máquinas e equilíbrio. Assuntos estes encontrados no material do aluno e, como ferramentas de tomada de dados, foram usados dois experimentos: Montagem de um protótipo de um Bate Estacas e de um Elevador.

Os alunos puderam desenvolver toda sua potencialidade de montagem, programação, pesquisa bibliográfica, *Brainstorming*, construção e interpretação de gráficos, aplicação de mapas mentais, com efeito de concluírem os desafios que hora será mostrado neste Produto educacional, que visa tão somente o

desenvolvimento da aprendizagem significativa e a internalização de conceitos da Física.

2 PÚBLICO ALVO

Professores de Física do Ensino médio.

3 OBJETIVO GERAL

Propor uma sequência didática que servirá como roteiro para Professores de Física aplicarem práticas *Gamificadas* de Robótica, utilizando o *kit* Educacional Lego Mindstorms EV3, para alunos de Ensino Médio em escolas que já fazem o uso dessa metodologia de ensino.

4 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Aplicar uma sequência didática utilizando robótica educacional como recurso didático para o Ensino de Física, utilizando-se como base a aprendizagem significativa;
- Analisar a sequência didática, por meio dos dados coletados: questões abertas respondidas pelos participantes, filmagens, fotografias e relatórios próprios;
- Corroborar para que as aulas de Robótica Gamificada sejam mais atraentes e significativas;
- Nortear o professor na relação entre a atividade prática e as áreas da Física contempladas;
- Revisar conceitos Físicos já trabalhados em sala de aula;
- Avaliar a Gamificação como ferramenta norteadora para que conceitos físicos possam ser melhor compreendidos através do desafio.

Buscou-se dentro da proposta da Robótica *Gamificada* reconhecer previamente os conceitos físicos necessários já trabalhados em sala de aula que serviriam como alicerces para o desenrolar da prática do Bate Estacas e do elevador. Para tanto, torna-se importante revisar temas como: força, trabalho, energia, máquinas simples, conservação da energia, tipos de energia, pressão, área.

5 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática proposta neste produto contará com a montagem de duas atividades práticas escolhidas, baseadas em conteúdos já trabalhados com os alunos, que constam no manual de montagem dos alunos (PIETROCOLA, 2016). São elas:

1ª) Bate estacas – Manual de Energia e Potência: (PIETROCOLA, 2016. p. 3)

Nesta atividade o aluno utilizará um protótipo de bate estacas para medir a resistência do solo para futuras instalações na construção civil e com os dados obtidos, saberá escolher os tipos adequados de alicerces para a fundação de construções em geral. Aqui utilizarão conceitos de força, área, pressão, potência e transformações de energia.

Carga horária em sala:

Montagem e programação	Desafios	Total
100 min (2 aulas)	100 min (2 aulas)	4 aulas de 50 min (200 min)

2ª) Elevador – Manual de Máquinas e equilíbrio: (PIETROCOLA, 2016. p. 3)

Nesta atividade, o aluno desenvolverá a montagem de um elevador de cargas simples, utilizando um motor do *kit* e uma polia simples para levantamento de cargas pré-estabelecidas sem o uso de contrapeso, e, em seguida, será desafiado a desenvolver a mesma atividade utilizando polias móveis e contrapesos para comparar possíveis diferenças nestes dois tipos de montagens e as vantagens que uma montagem terá em relação à outra. Os alunos terão contato com conceitos de força, peso, massa, associação de polias, tração, vantagem mecânica.

Carga horária em sala:

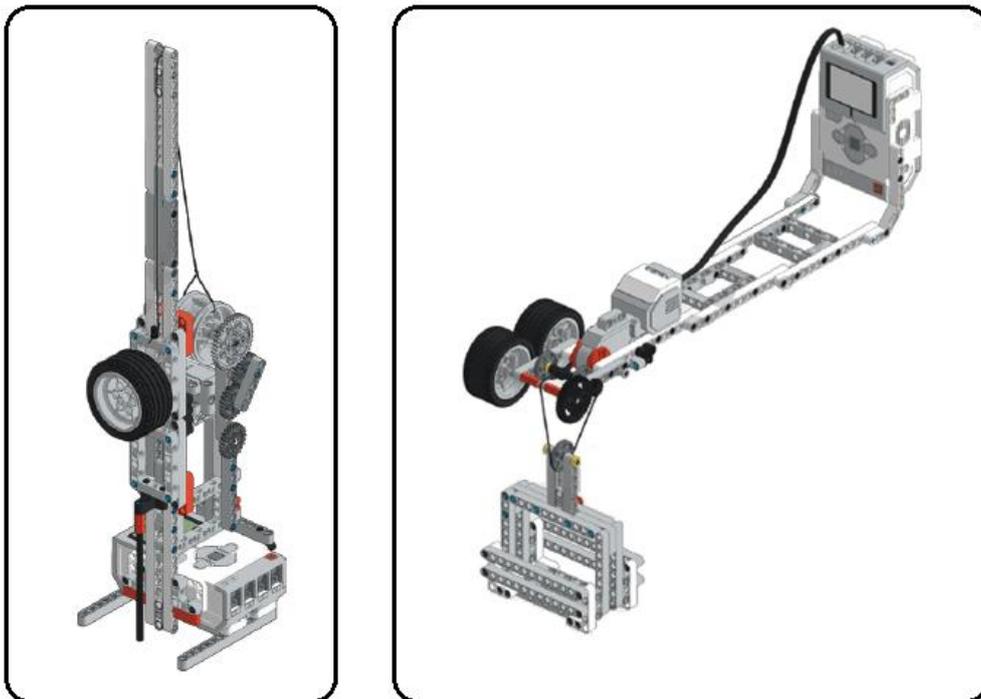
Montagem e programação	Desafios	Total
100 min (2 aulas)	100 min (2 aulas)	4 aulas de 50 min (200 min)

6 PROPOSTA METODOLÓGICA

Os alunos serão desafiados e, a cada etapa ou fase vencida, passarão para as fases subsequentes até o desafio final. Cumpridas todas as fases do *game* ou jogo, serão premiados como requisitos da proposta Gamificada.

Serão aplicadas duas práticas de montagem, o bate-estacas (Energia e Potência) e o elevador (Máquinas e equilíbrio), mostrados na figura 1.

Figura 1 – Montagem final do Bate estacas e do Elevador.



Fonte: Adaptada do Manual de montagem dos alunos (ref.).

7 PRÁTICA 1: BATE-ESTACAS: ENERGIA E POTÊNCIA

O objetivo da prática é que alunos identifiquem a importância de conhecer as propriedades físicas dos solos, a fim de estabelecer condições para construções civis em sua fase de fundação. Os alunos assumirão o papel de geotécnicos responsáveis pela avaliação das condições do terreno em que serão construídas casas ou edifícios.

A atividade pressupõe que os conteúdos utilizados até então, como pressão de uma força sobre uma superfície, trabalho de uma força, energia mecânica e sua conservação – são de conhecimento dos alunos. Os estudantes realizarão medidas, cálculos e desenvolverão tabelas e gráficos.

As seguintes competências e habilidades serão trabalhadas:

- Conhecer as unidades e as relações entre as unidades de uma mesma grandeza;
- Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados nos textos base.
- Com o apoio do Professor de Geografia e Biologia, fazer o estudo dos principais tipos de solo e suas características para a construção civil.

Este último tópico poderá ser um Bônus dentro da Gamificação, pois se trata de um desafio específico de conhecer as características do estudo dos solos, onde os alunos poderão buscar ajudas extras com um Engenheiro de Minas, Civil ou Geólogo.

8 PRÁTICA 2: ELEVADOR: MÁQUINAS E EQUILÍBRIO

O objetivo geral da prática é mostrar que os elevadores, mesmo sendo equipamentos antigos, possuem usos contemporâneos com o objetivo de redução de elevação de carga através do uso de roldanas, cabos e força motora.

Esta prática possui caráter introdutório no estudo de associação de roldanas, onde o conceito de trabalho de uma força já tenha sido trabalhado em sala com os alunos.

Os alunos serão desafiados a estenderem seus conhecimentos e aprimorarem a montagem original, dando margem à imaginação para criar equipamentos que reduzam ainda mais a carga nos cabos de um elevador.

As seguintes habilidades e competências serão trabalhadas:

- Reconhecer a conservação de determinadas grandezas;
- Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas;
- Compreensão do desenvolvimento histórico da tecnologia envolvida e suas consequências para o cotidiano e relações sociais;
- Perceber o papel do conhecimento Físico no desenvolvimento tecnológico e a complexa relação entre ambos.

Para esta montagem, os alunos deverão compreender o princípio de funcionamento de elevadores, pontes rolantes, guindastes e a importância do estudo das alavancas.

Como Bônus, estes alunos poderão propor uma pesquisa junto a um Engenheiro Mecânico e entender melhor, na prática, o princípio e a importância do uso das Alavancas, roldanas, polias, enfim, das Máquinas simples em nosso dia-a-dia.

9 ETAPAS DE MONTAGEM

Nas duas práticas propostas neste produto, os alunos deverão montar os protótipos sugeridos: Bate-estacas e o Elevador. Ambos constam no manual de montagem do aluno (PIETROCOLA, 2016), livros: Energia e Potência, Máquinas e equilíbrio.

9.1 – Bate-estacas

Para a montagem do protótipo do Bate-estacas, os alunos deverão seguir o manual de montagem das páginas 35 à 49, seguindo os 23 passos de montagem. Esse material consta no livro Energia e potência (PIETROCOLA, 2016).

A figura 2 abaixo ilustra a capa do livro que será utilizado pela equipe de alunos para as montagens do protótipo do Bate estacas..

Figura 2 – Manual do aluno – Energia e potência.



Fonte: Adaptado de PIETROCOLA, 2016

9.2 – Elevador

Para a montagem do protótipo do Elevador, os alunos deverão seguir o manual de montagens das páginas 35 a 54, seguindo os 34 passos da montagem. Esse material consta no livro Máquinas e equilíbrio. (PIETROCOLA, 2016).

A figura 3 abaixo ilustra a capa do livro que será utilizado pela equipe de alunos para as montagens do protótipo do Elevador.

Figura 3 – Manual do aluno – Máquinas e equilíbrio.



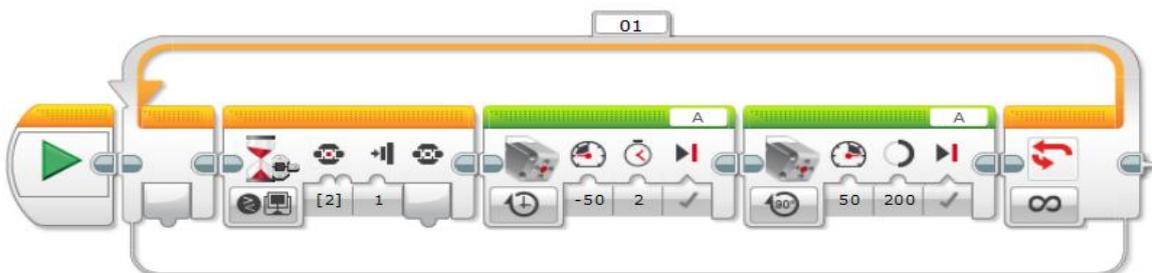
Fonte: Adaptado de PIETROCOLA, 2016.

10 PROGRAMAÇÃO DOS ROBÔS:

O manual do aluno não mostra como serão feitas as programações, logo, ficará a cargo das equipes sua análise e desenvolvimento, pois sendo a programação uma das etapas a serem vencidas, espera-se que as montagens desempenhem as funções baseadas nas imagens mostradas abaixo, desenvolvidas pelo professor.

A figura 4 abaixo mostra a programação sugerida do Bate-estacas, uma vez que a programação é livre e as equipes poderão cumprir o desafio utilizando outras maneiras de programar e terem o mesmo resultado:

Figura 4 – Programação do Bate estacas

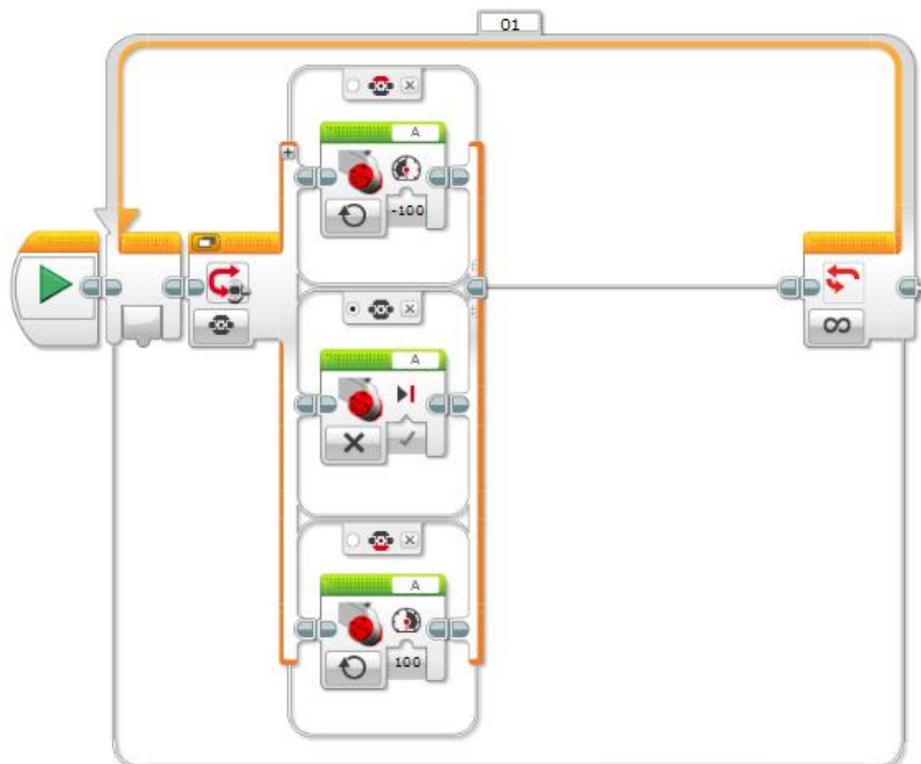


Fonte: Adaptado da Tela do ambiente de programação EV3 Mindstoms.

Espera-se nessa programação, que o professor proponha ao aluno, baseado em pesquisas prévias sobre o funcionamento de bate-estacas, que ele programe de modo que o aluno entenda a necessidade de elevar a carga na máxima altura e, logo em seguida, inverta o sentido de rotação do motor para que haja a transformação de energia potencial gravitacional em cinética. No caso da programação acima, usou-se o ciclo com botão de espera e o motor médio para a programação. Onde o sistema ficará aguardando o toque para que o motor levante a carga até a máxima altura, que no caso foi usado o tempo necessário que gasta para essa elevação e, por fim, a inversão do motor para que haja a transformação de energia necessária para que a haste do bate-estacas adentre o solo do teste.

A figura 5 abaixo mostra a programação esperada para o elevador.

Figura 5 – Programação do Elevador



Fonte: Adaptado da Tela do ambiente de programação EV3 *Mindstorms* (ref.).

Espera-se nessa programação que o professor proponha ao aluno, também baseado em pesquisas prévias sobre o funcionamento de elevadores, que ele

programe de modo que o aluno entenda a necessidade de elevar a carga do elevador até a máxima altura e, logo em seguida, inverta o sentido de rotação do motor para que haja a descida do elevador. A programação não requer grande desafio, pois é constituída do ciclo, de um servo motor para girar em graus e os comandos serão feitos no próprio EV3 nos botões de comando frontal.

Nesta etapa é importante que se instigue o aluno a responder as transformações de energia envolvidas no processo, para que ele possa internalizar os conceitos Físicos.

11 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A introdução ao conhecimento científico seria o ponto de chegada tanto da organização do conhecimento, quanto da aprendizagem dos alunos. O ponto de partida, seriam os temas e situações problemas que dão origem à seleção e organização dos conteúdos a serem trabalhados por um lado, e pelo outro, início de um processo que dialoga e problematiza. (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011, p. 194).

Para um controle das turmas participantes, importante que o professor faça os três momentos pedagógicos para maior controle. São eles: ***problematização, organização e aplicação.***

No primeiro momento pedagógico, a problematização visa entender os conhecimentos prévios e concepções. Professor, proponha aos seus alunos, pesquisas sobre o tema a ser trabalhado, mapas mentais, *Brainstorming* e em uma roda de conversa o propósito da pesquisa e da aula a ser lecionada.

No segundo momento pedagógico, que trata da organização do conhecimento, importante que o professor, organize os materiais que os alunos trouxeram. Peça-lhes que falem daquilo que eles compreenderam, deixe-os livres para debater sobre os temas pesquisados e intervenha, caso ache interessante. Desafie-os a reconhecerem situações cotidianas em que o objeto de estudo é utilizado e possibilidades de melhoria, aplicações tecnológicas envolvidas.

O terceiro, e último momento pedagógico, será a aplicação do conhecimento frente aos desafios propostos pelo professor. Neste momento, o aluno irá mostrar as habilidades e competências da montagem e programação do robô, o trabalho em equipe, a organização das tarefas dentro da equipe, assim como extrair dados para realização dos testes e ter ferramentas para responder aos relatórios propostos pelo professor.

Esses relatórios terão por objetivo a avaliação do método aplicado pelos alunos na busca do entendimento físico e teórico do experimento, bem como visará dar oportunidade para que os alunos possam transcender os conteúdos para desafios após sala de aula.

12 GAMIFICAÇÃO

Passados os três momentos pedagógicos, o professor fará juntamente com os alunos a leitura dos itens propostos e os auxiliará durante todo o processo de construção. Poderão ser expostos no quadro, fórmulas e dicas de cálculos para maior compreensão do projeto.

Deixem as equipes livres para pesquisarem, trocarem ideias. Durante esse período oriente seus alunos a cumprirem os desafios como efeito de instigar neles a competição, uma vez que todo o processo será composto por 4 etapas e cada fase vencida ou alcançada, trará pré-requisitos para avançar às fases seguintes até concluírem os desafios.

Ficará a cargo do Professor (orientador do projeto) recompensar o trabalho das equipes da maneira que achar melhor, podendo atribuir nota de conceito, notas de trabalho, ou ao final do desafio uma avaliação por equipe ou até mesmo, a escolha de uma equipe de competição de torneios de sua escola.

Serão assim distribuídas as fases do jogo segundo tabelas 1 e 2 a seguir:

Tabela 1: Fases do jogo e pontuações da Prática do Bate-estacas:

FASES DO JOGO – BATE-ESTACAS		
ETAPAS	OBJETIVOS DE CADA FASE	NÍVEL
		
1ª ETAPA	Ponto de partida: Cada equipe deverá pesquisar sobre o tema e trazer para sala de aula, vídeos, documentários, entrevistas sobre o tema central da prática de Robótica Lego que será ministrada.	
2ª ETAPA	Montagem correta do protótipo proposto em cada prática.	
3ª ETAPA	Programação do robô.	
4ª ETAPA	Funcionalidades do robô e obtenção de dados.	
DESAFIO 1	Cálculo da carga total que a casa vai exercer sobre cada Pilar. Unidade: kN (kilo Newtons)	
DESAFIO 2	A partir do teste SPT (Standard Penetration Test), preencher tabela e fazer o gráfico da profundidade em função do número de golpes no amostrador.	
FIM DO JOGO	Sendo todas as etapas concluídas com êxito, será sagrada campeã a equipe que melhor cumprir todas as etapas com qualidade, corporativismo e em menor tempo!	

Fonte: o autor.

Tabela 2: Fases do jogo e pontuações da Prática do Elevador:

FASES DO JOGO – ELEVADOR		
ETAPAS	OBJETIVOS DE CADA FASE	NÍVEL
		
1ª ETAPA	Ponto de partida: Cada equipe deverá pesquisar sobre o tema e trazer para sala de aula, vídeos, documentários, entrevistas sobre o tema central da prática de Robótica Lego que será ministrada.	
2ª ETAPA	Montagem correta do protótipo proposto.	
3ª ETAPA	Programação do robô.	
4ª ETAPA	Funcionalidades do robô e obtenção de dados	
DESAFIO 1	Montar um contrapeso e refazer cálculos de força.	
DESAFIO 2	Aumentar a alavanca e acrescentar novas roldanas no elevador e verificar o que acontece.	
FIM DO JOGO	Sendo todas as etapas concluídas com êxito, será sagrada campeã a equipe que melhor cumprir todas as etapas com qualidade, corporativismo e em menor tempo!	

Fonte: o autor

13 DESAFIOS DO BATE-ESTACAS

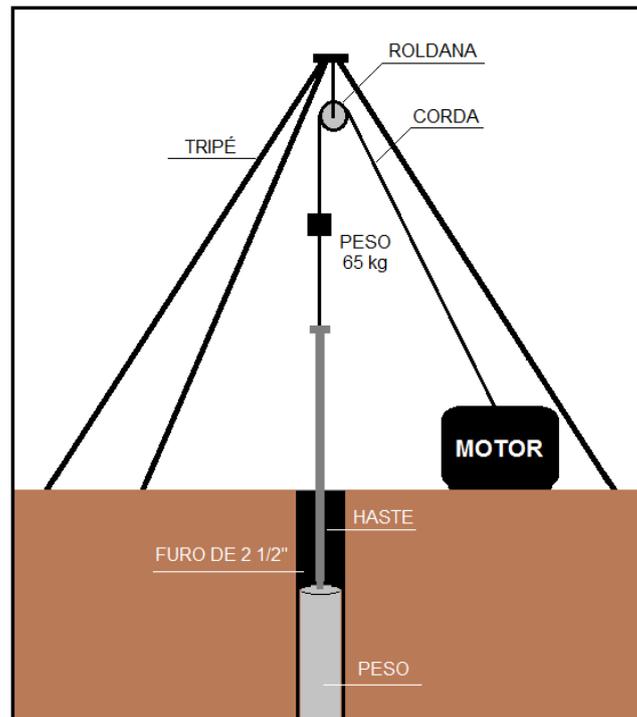
Os alunos deverão construir uma casa em terreno qualquer e, como geotécnicos, deverão analisar o solo no qual a casa será construída e passar os dados do solo para que um engenheiro civil analise qual o tipo de alicerce (fundação) que a construção deverá ter.

Para análise do solo, os alunos deverão utilizar uma técnica chamada *Standard Penetration Test* ou ensaio SPT, que é um dos métodos de sondagem do solo mais utilizados no mundo devido à facilidade de ser realizado.

O teste SPT, “é um método de sondagem por percussão, onde haja uma queda de um peso padronizado (65kg) há uma altura de 75cm para a cravação do amostrador no solo” (NBR- 6484, 2001).

A figura 5 mostra um modelo de teste SPT (Standard Penetration Test).

Figura 5 – Teste SPT (Standard Penetration Test).



Fonte: do autor.

Com esse teste é possível determinar a resistência do solo, tipos de solos e nível de água, parâmetros esses que podem ser usados para melhor analisar o tipo de fundação e a profundidade segura para assentar a construção.

14 REALIZAÇÃO DO TESTE

Para a realização dos testes e cálculos, é importante que os alunos entendam que para uma construção ser feita, cálculos são necessários para garantir estabilidade e segurança. Mas como serão feitos esses cálculos? Que tipo de fundação deve ser escolhida?

Para que as equipes tenham resultado satisfatório, irão através do teste SPT, verificar e classificar o tipo de solo do terreno para, depois, indicar qual alicerce deverá ser usado.

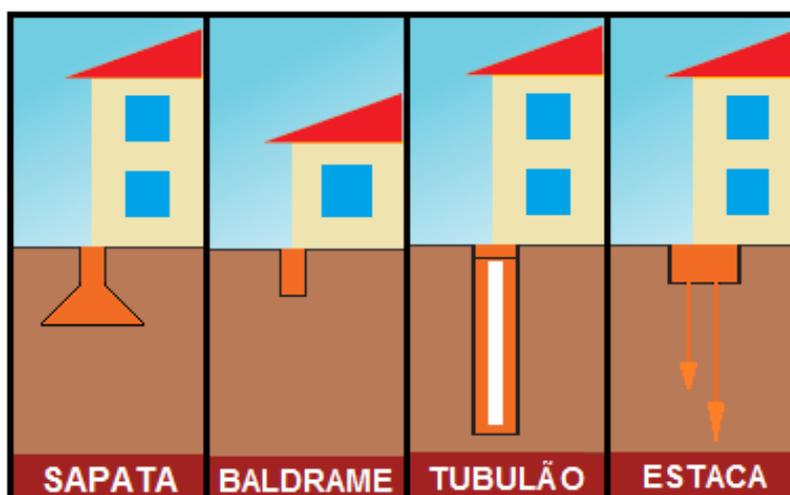
A casa a ser construída possuirá as seguintes características, segundo estudos previamente realizados:

- a) Utilizaremos dois tipos de solo: o argiloso (barro) ou arenoso (areia);
- b) A estrutura da casa terá entre quatro e oito pilares;
- c) Todo o peso da estrutura da casa será *homogeneamente* distribuído nas lajes e vigas, garantindo assim que cada pilar sustente a mesma carga.

Uma das etapas do planejamento de uma edificação é o cálculo da força aplicada sobre as vigas e sobre os pilares de sustentação. As vigas e os pilares de sustentação, por sua vez, pressionam o solo com determinada tensão (pressão), que será definida de acordo com a área da fundação (PIETROCOLA,2016).

O tipo de fundação a ser usado dependerá do tipo de solo e das características da obra. Dependerá, também, de outros fatores relevantes tais como: a profundidade em que se encontra, solo firme e a área da fundação capaz de suportar a tensão do peso da obra transmitida ao pilar. Os tipos de alicerce ou fundação mais comuns são mostrados na figura 6 à seguir:

Figura 6 - Tipos de alicerce mais comuns.



Fonte: Adaptada (PIETROCOLA, 2016).

Os tipos de alicerces mais comuns, segundo (BARROS, 2011):

Sapata: É uma fundação direta, geralmente de concreto armado, com a forma aproximada de uma placa sobre a qual se apoiam colunas, pilares ou mesmo paredes.

Baldrame: é o tipo mais comum de fundação, pode ser considerada a própria fundação. Constituída de uma viga em cava de pequena profundidade sobre o solo.

Tubulão: são elementos estruturais de fundação profunda, empregado em locais de solos pouco resistentes ou que apresentam grande quantidade de água.

Estaca: é empregada em solos fracos ou em prédios de altura média. As estacas podem ser moldadas no local ou pré-fabricadas. As estacas podem ser de concreto simples, concreto armado, de madeira ou metálicas, dependendo da situação.

A tabela 3, a seguir, fornece os valores mínimos para cargas verticais.

Tabela 3: Valores de referência mínimo para cargas verticais.

VALORES MÍNIMOS PARA CARGAS VERTICAIS*		
LOCAL		CARGA MÉDIA (kN)
Dormitório	Incluindo móveis e equipamentos	0,20
Sala	Sala de uso geral, incluindo equipamentos	0,30
Escritório	Incluindo móveis e equipamentos	0,20
Banheiro	Peças principais.	0,10
Área de Serviço	Com lavanderia.	0,25
Despensa	Incluindo equipamentos.	0,15
Copa e cozinha	Incluindo móveis e equipamentos.	0,25
Garagem	Para veículos com passageiros ou carga máxima de 25 kN por veículo	0,50

Fonte: Adaptada (ABNT, 6484).

15 CÁLCULO DE CARGA NAS EDIFICAÇÕES

As cargas nas edificações são somente o peso total que as mesmas sofrem em suas estruturas. O Engenheiro ou Arquiteto, através das plantas de arquitetura e de estrutura, mostrarão ao Chefe de obras ou pedreiro os pesos específicos dos elementos constituintes da obra e da carga útil (peso total) a ser considerada nas lajes e vigas em virtude de diversos fatores como, altura, área total, tipos de solo, etc.. Para nossa proposta, consideraremos uma casa simples, de somente um único pavimento, cuja carga total será distribuída por todos os pilares. Consideraremos para cálculo neste experimento:

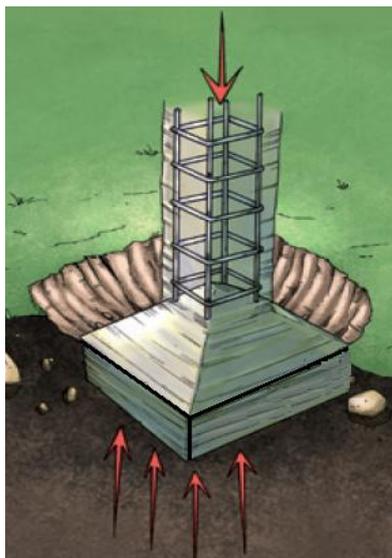
Tabela 4: Dados referência para o experimento.

Altura de queda do amostrador-padrão	23,5 cm
Massa da coluna da estaca	42,5 g
Aceleração da gravidade local	9,81 m/s ²

OBS: A cada queda do peso, meça a força de resistência média do solo

A figura 7 mostra o esquema das forças atuantes numa coluna de uma construção.

Figura 7 - Forças num pilar de sustentação.



Fonte: Adaptada (PIETROCOLA, 2016).

Medidas e Cálculos para a Fundação:

1) Para determinar o peso que a casa vai exercer sobre os pilares, será necessário escolher os cômodos da construção. A partir da tabela 3 - *Valores Mínimos para Cargas Verticais*, apresentada anteriormente, cada equipe deverá selecionar a quantidade de cômodos e suas respectivas cargas. A seguir, coloque as informações nos espaços indicados na tabela abaixo e some a carga total da casa.

Tabela 5: Carga total da construção.

PESO TOTAL DA CASA (CARGA TOTAL)		
CÔMODOS	QUANTIDADE	PESO (kN)
PESO TOTAL		

2) As equipes deverão escolher o número total de pilares de sustentação da construção, que deverá ser entre quatro e oito pilares. Determinem a força (F_{pilar}) que cada pilar vai exercer sobre o solo (supondo que toda a carga esteja igualmente distribuída na viga de sustentação).

$$F_{\text{pilar}} = \frac{\text{carga total}}{\text{n}^\circ \text{ de pilares}}$$

3) Agora cada equipe deverá realizar o ensaio SPT (*Standard Penetration Test*), ou seja, a partir do número de golpes (n) sobre a estaca, obtenha a consistência do solo e a tensão (T_{solo}) admissível pelo solo.

Tabela 6: Tabela comparativa entre tipos de solos em função do número de golpes.

Relação entre a tensão média admissível e o nº de golpes da estaca no solo (n)

Tipo de solo	Consistência	n	Tensão média (kN/m ²) (T _{solo})*
ARGILA SECA	Muito mole	< 3	0,25
	Mole	3 a 5	0,40
	Média	5 a 7	0,80
	Rija	7 a 9	1,5
	Muito rija	9 a 11	2 a 4
	Dura	> 11	> 4 (use entre 6 e 10)
AREIA SECA	Fofa	≤ 2	0,80
	Pouco compacta	3 a 5	1,5
	Medianamente compacta	5 a 7	3
	Compacta	7 a 8	5
	Muito compacta	> 8	> 6 (use entre 6 e 10)

*Valores inteiramente fictícios.

Discuta com sua equipe quantos golpes serão necessários para realizar o teste. A partir do teste SPT, preencha a tabela abaixo com os valores obtidos.

Tabela 7: Tabela para preenchimento de dados do ensaio SPT.

Número de golpes (n)	Profundidade (cm)	Consistência	F_R (N)

4) Agora a equipe irá traçar o perfil geológico do solo. Para isso:

Área média da Fundação (m ²)	Tipo de Fundação*
Entre 10 e 20	Baldrame
Entre 20 e 30	Sapata
Entre 30 e 40	Estaca
> 40	Tubulão

* Valores fictícios.

16 DESAFIOS DO ELEVADOR

Neste experimento os alunos, terão contato de forma introdutória ao estudo das roldanas e suas associações. Deverão montar um elevador com uma única roldana através do *Kit EV3 LEGO® Mindstorms*, através do manual do aluno (ref.), onde a equipe deverá fazer a programação de modo a não modificar a força do motor e nem a carga a ser suspensa. Por isso é importante pensar:

- Se não é possível modificar a força do motor e nem a carga do elevador, o que deverá ser alterado para que ele funcione de modo desejado?
- Os livros de Física mostram que, utilizando máquinas simples, é possível realizar determinados trabalhos (τ) aplicando forças (F) de menor intensidade. Como esta definição pode ajudar na solução do problema apresentado?
- Que tipo de máquina simples pode ser usada para melhorar o funcionamento de um elevador? Que peças do *kit EV3* permitem, por exemplo, construir um conjunto de roldanas ou, até mesmo, trabalhar com uma roldana fixa ou móvel?
- Como realizar o mesmo trabalho com menor força? Lembre-se de que:

$$\tau = F \cdot d \cdot \cos \Theta$$

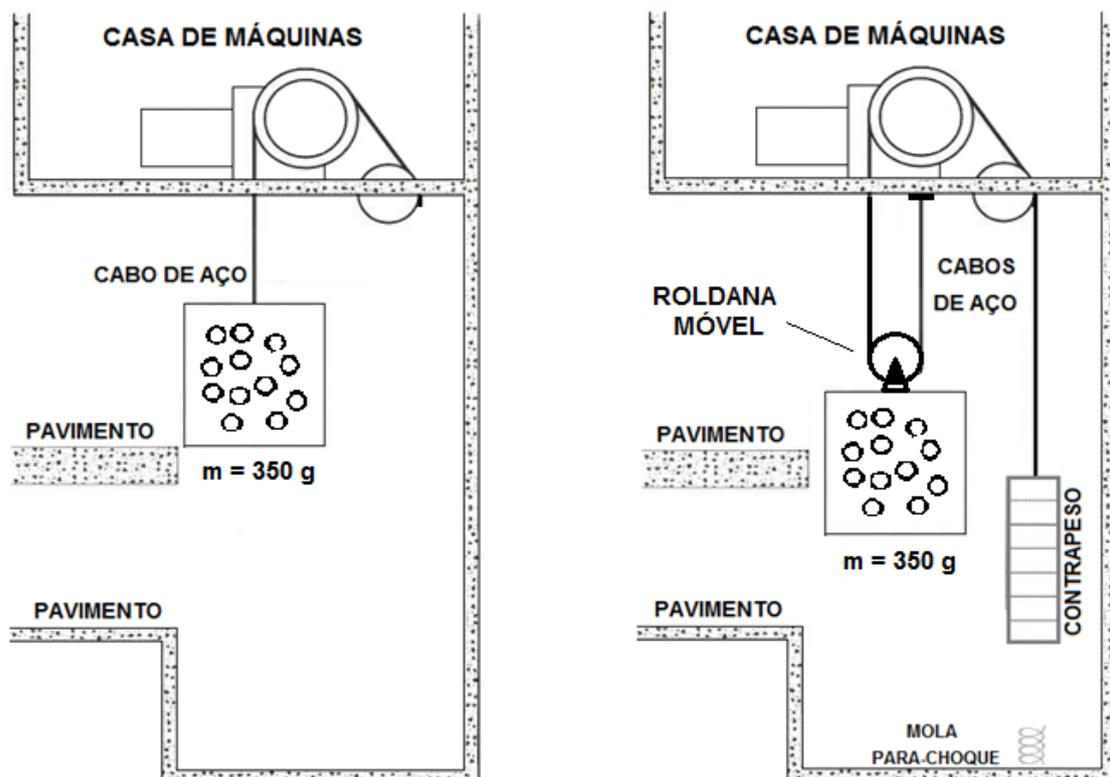
Após essas informações, os alunos deverão modificar o desempenho do elevador, aumentando o comprimento do cabo, acrescentar outras roldanas

fixas e móveis e observarem possíveis alterações no funcionamento do equipamento.

17 TESTES COM O ELEVADOR

Coloque cerca de 350 g de bolinhas de gude dentro da cabine do elevador. Essa massa é um pouco maior do que suporta o elevador LEGO®. Assim, é possível observar que, ao tentar elevar a cabine, a força empregada pelo motor não é suficiente para deslocá-la. A figura 8 mostra um exemplo esquemático de dois tipos de elevadores (sem contrapeso e com contrapeso), para as montagens que os alunos deverão cumprir nos desafios na sequência.

Figura 8 - Desenho esquemático de elevadores sem e com contrapeso.



Fonte: Adaptada de: <http://hapeelevadores.blogspot.com> > Acesso: junho 2018.

A) Inclua outra roldana fixa e responda:

1) A cabine do elevador sobe?

2) O que pode ser observado no elevador com duas roldanas fixas. Por quê?

B) Substitua a segunda roldana fixa por uma roldana móvel.

1) Quais os efeitos observados quando temos um elevador com uma roldana fixa e outra móvel? Por quê?

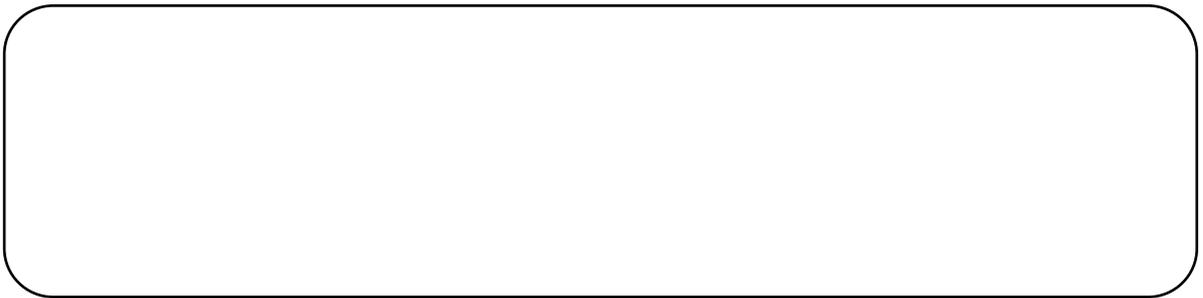
Lembre-se de que $T = F \cdot d \cdot \cos \Theta$, em que T é o trabalho em joules (J), F é a força em newton (N), d o deslocamento em metros (m), e Θ o ângulo entre a força aplicada e o deslocamento em graus ($^\circ$).

Observe cuidadosamente o problema e os testes que você efetuou. Como é possível demonstrar, com o elevador LEGO®, que a fórmula do trabalho estabelece adequadamente as relações envolvidas e que o trabalho se conserva?

A) Efetue o teste deixando o elevador subir por 20 cm. Meça o deslocamento (d). **Atenção!** O deslocamento corresponde à quantidade de fio que o motor enrolou. Pense em um modo de realizar essa medição.

B) Acrescente uma segunda roldana móvel ao elevador e meça o novo deslocamento (d).

- O que aconteceu com o deslocamento? O que a roldana fez com a força necessária para subir a cabine? A força desapareceu ou foi distribuída devido à associação das polias?



REFERÊNCIAS

BARROS, Carolina. **Apostila de fundações**. Instituto Federal Sul Rio-Grandense - Campus Pelotas-RS, 2011.

DELIZOICOV, D; ANGOTTI, J, A; Pernambuco; M, M. Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos; colaboração Antônio Fernando Gouvêa da Silva. – 4. ed.— São Paulo: Cortez, 2011- (Coleção Docência em Formação/ coordenação: Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta). p. 173-298.

LEGO. The Lego, mindstorms EV3. Disponível em: <<https://www.lego.com/en-us/mindstorms>>. Acesso em: 05 mai. 2019.

PIETROCOLA, M. et al. Programa **INVENTUS Educação Tecnológica**: aluno: Energia e potência. 1ª ed. São Caetano do Sul: Agnus Educação e Tecnologia, 2016.

PIETROCOLA, M. et al. Programa **INVENTUS Educação Tecnológica**: aluno: Máquinas e equilíbrio. 1ª ed. São Caetano do Sul: Agnus Educação e Tecnologia, 2016.

WERBACH, K. e HUNTER, D. (2012), For The Win: **How Game Thinking Can Revolutionize Your Business**, Wharton Digital Press.

ANEXOS

RELATÓRIO 1: Bate-estacas – Energia e Potência

ESCOLA:			
DISCIPLINA: FÍSICA	DATA: / /	HORÁRIO: : AS :	
PROFESSOR(A):			
NOME DA ATIVIDADE: INVESTIGAÇÃO DO SOLO			
LIVRO: ENERGIA E POTÊNCIA			PÁGINA: 3
ALUNOS DA EQUIPE		FUNÇÕES:	
1)		LÍDER	
2)		ORGANIZADOR	
3)		CONSTRUTOR	
4)		PROGRAMADOR	
<u>RELATÓRIO:</u>			
1) Quais são os tipos de pilares a que o texto se refere? Diferencie segundo a função que exerce.			

2) Calcule a capacidade de carga total da casa a ser construída. Não esqueçam de olharem a tabela de referência no livro do aluno e escolham o número de cômodos e os valores da carga de cada cômodo e ao final calcule a carga total.			
NÚMERO DE CÔMODOS		CAPACIDADE DE CARGA (KN)	
		TOTAL:	
3) Preencha a tabela abaixo ao iniciar os testes do bate estacas.			
N° de golpes (N)	Profundidade d (cm)	Consistência do solo	Força resultante - F_r (N)
4) Quais tipos de energia mecânica estão sendo convertidos, da queda do peso à perfuração do solo pela estaca?			

5) Monte um gráfico da profundidade em função do número de golpes.			

RELATÓRIO 2: Elevador – Máquinas e Equilíbrio

ESCOLA:		
DISCIPLINA: FÍSICA	DATA: / /	HORÁRIO: : AS :
PROFESSOR:		
NOME DA ATIVIDADE: ELEVADORES		
LIVRO: MÁQUINAS E EQUILÍBRIO		PÁGINA: 5
ALUNOS DA EQUIPE		FUNÇÕES:
1)		LÍDER
2)		ORGANIZADOR
3)		CONSTRUTOR
4)		PROGRAMADOR
<u>RELATÓRIO:</u>		
1) Se não é possível modificar a força do motor nem a carga do elevador, o que deverá ser alterado para que ele funcione do modo desejado?		
<hr/> <hr/> <hr/>		
2) Seu livro de Física mostra que usando máquinas simples, é possível realizar determinados trabalhos (ω) aplicando forças (F) de menor intensidade. Como esta definição pode ajudar na solução do problema apresentado?		
<hr/> <hr/> <hr/>		
3) Que tipo de máquina simples pode ser usada para melhorar o funcionamento de um elevador? Que peças do <i>kit</i> EV3 permitem, por exemplo, construir um conjunto de roldanas ou, até mesmo, trabalhar com uma roldana fixa ou móvel?		
<hr/> <hr/> <hr/>		
4) Como realizar o mesmo trabalho com menor força? Lembre-se de que $\omega = F \cdot d \cdot \cos \theta$.		
<hr/> <hr/> <hr/>		
DESAFIO 1: Coloque 350 gramas de bolinhas de gude dentro da cabine do elevador e descreva o que acontece quando:		
1) Após montagem, houve elevação da carga contida na cabine do elevador? Descreva e discuta o que foi observado por sua equipe.		
<hr/> <hr/> <hr/>		
2) Adicione outra polia fixa à montagem e observe se haverá elevação da carga da cabine do elevador. Discuta o que foi observado.		
<hr/> <hr/> <hr/>		

3) **Substitua a segunda roldana fixa por uma roldana móvel.** Quais os efeitos observados quando temos um elevador com uma roldana fixa e outra móvel? Por quê?

DESAFIO 2: Lembre-se de que $\omega = F \cdot d \cdot \cos \Theta$, em que ω é o trabalho em joules (J), F é a força em newton (N), d o deslocamento em metros (m), e Θ o ângulo entre a força aplicada e o deslocamento em graus ($^\circ$). Observe cuidadosamente o problema e os testes que você efetuou. Como é possível demonstrar, com o elevador LEGO®, que a fórmula do trabalho estabelece adequadamente as relações envolvidas e que o trabalho se conserva?

OBSERVAÇÕES:

- Efetue o teste deixando o elevador subir por 20 cm. Meça o deslocamento (d). **Atenção!** O deslocamento corresponde à quantidade de fio que o motor enrolou. Pense em um modo de realizar essa medição.

- Acrescente uma segunda roldana móvel ao elevador e meça o novo deslocamento (d).

O que aconteceu com o deslocamento? O que a roldana fez com a força necessária para subir a cabine? A força desapareceu ou foi distribuída devido à associação das polias?

NÚMERO DE POLIAS MÓVEIS	d (m)
1	
2	
3	
4	

 **TESTE:** Projetar e construir um elevador que:

- Funcione com contrapeso;
- Suporte o dobro da carga máxima atual;
- Inclua um sistema de segurança que você considere importante.