

# ENSINO DE

MECÂNICA

NO PARQUE  
de Diversões



**MNPEF**  
Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física





# PRE FÁ CIO

## Prezado(a) leitor(a).

Este material "Física no Parque Nicolândia", é um resultado de uma pesquisa no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, realizada no Instituto de Física da Universidade de Brasília. A idealização deste trabalho surgiu da observação que o Parque Nicolândia representa um grande atrativo aos jovens do Distrito Federal e das cidades do entorno de Brasília. Nesse sentido, havendo tantos conceitos físicos inerentes ao funcionamento dos brinquedos presentes no parque, um material que trabalhasse a Física de uma maneira lúdica apresentava-se mais que viável. Além disso, uma aula de Física realizada num espaço não-formal de ensino, como é o caso de um parque de diversões, certamente auxiliará na divulgação da ciência, bem como na desmistificação dos conteúdos de Física. Dessa forma, o presente material didático traz uma sequência didática a ser aplicada numa visita com objetivo pedagógico ao Parque Nicolândia. A recomendação é que este material seja utilizado preferencialmente para estudantes que estejam cursando pelo menos o fim da primeira série do ensino médio. Espera-se que este material possibilite a todos um aprendizado potencialmente significativo e rico em conceitos. Divirta-se bastante!

### SUMÁRIO

- 01 | A RODA GIGANTE
- 02 | OS CARRINHOS DE BATE-BATE
- 03 | A MONTANHA-RUSSA
- 04 | O NAVIO PIRATA



# RODA GIGANTE

CAP. 01



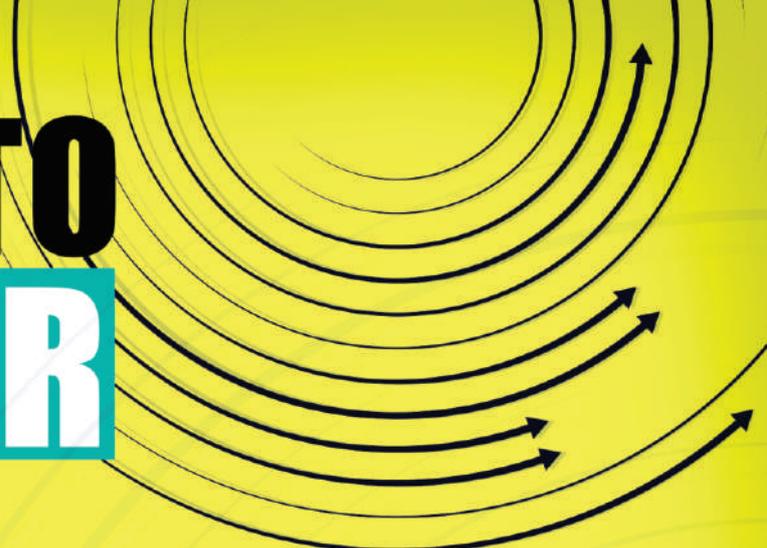
A RODA GIGANTE É UM BRINQUEDO MUITO TRADICIONAL E QUE NÃO PODE ESTAR AUSENTE NUM PARQUE DE DIVERSÃO. ASSIM COMO QUALQUER OUTRO BRINQUEDO DO PARQUE, A RODA GIGANTE APRESENTA DIVERSAS FACETAS FÍSICAS QUE PODEM SER EXPLICADAS COM O USO DE ALGUNS CONTEÚDOS QUE ESTUDAMOS EM NOSSAS AULAS DE FÍSICA. ALÉM DISSO, A COMPREENSÃO DE ALGUNS CONCEITOS CIENTÍFICOS ENVOLVIDOS NO FUNCIONAMENTO DOS BRINQUEDOS PODE NOS AJUDAR A SUPERAR AQUELE MEDO QUE MUITAS VEZES SENTIMOS AO UTILIZÁ-LOS.

NESTE CAPÍTULO, UTILIZAREMOS A RODA GIGANTE PARA EXPLORAR OS SEGUINTE TEMAS: MOVIMENTO CIRCULAR; LEIS DE NEWTON; FORÇAS NO MOVIMENTO CIRCULAR.

A FIGURA DE FUNDO NOS MOSTRA A RODA GIGANTE DO PARQUE NICOLÂNDIA, A QUAL RECEBE O NOME DE "FERRIS WHEEL". A ÚNICA EXIGÊNCIA ESTABELECIDADA PELO PARQUE PARA QUE O VISITANTE UTILIZE A RODA GIGANTE É DIRECIONADA À CRIANÇA, A QUAL DEVE TER ALTURA MÍNIMA DE 1,30 METROS E ESTAR ACOMPANHADA.

EM NOSSOS ESTUDOS, ADMITIREMOS QUE A ALTURA DA RODA GIGANTE SEJA DE 40 METROS E O RAIOS DA RODA SEJA DE APROXIMADAMENTE 20 METROS. É NOTÁVEL QUE A PARTIR DO MOMENTO EM QUE A RODA INICIA A ROTAÇÃO EM TORNO DO EIXO CENTRAL, O USUÁRIO PASSA A EFETUAR UM MOVIMENTO CIRCULAR EM TORNO DESSE MESMO EIXO. A NOSSA PRIMEIRA META É ESTUDAR ESSE MOVIMENTO. SENDO ASSIM, DIVIDIREMOS O NOSSO ESTUDO EM ALGUMAS PARTES IMPORTANTES.

# MOVIMENTO CIRCULAR



## PARTE 1 ESTUDO DO MOVIMENTO CIRCULAR

**A** PARA CALCULAR A VELOCIDADE ANGULAR MÉDIA DA RODA GIGANTE UTILIZE O SEU CELULAR PARA FILMAR OU CRONOMETRAR DESDE O MOMENTO EM QUE A SUA CABINE INICIA O MOVIMENTO ATÉ O MOMENTO EM QUE ELA RETORNA AO PONTO INICIAL. OBSERVE QUE O TEMPO DA FILMAGEM CORRESPONDE AO TEMPO GASTO PARA QUE A SUA CABINE DESCREVA UMA TRAJETÓRIA CIRCULAR.

**B** DE POSSE DO TEMPO EM SEGUNDOS, CALCULE A VELOCIDADE ANGULAR MÉDIA ( $\omega$ ) DA RODA EM rad/s. LEMBRE-SE QUE:

$$2\pi \text{ rad} = 360^\circ$$

**C** UTILIZE O RESULTADO DO ITEM ANTERIOR E CALCULE EM m/s, A VELOCIDADE LINEAR MÉDIA DA CABINE DO BRINQUEDO.

**D** COMPARE OS SEUS RESULTADOS ENCONTRADOS NOS ITENS ANTERIORES COM OS RESULTADOS DOS SEUS COLEGAS DE DIVERSÃO. QUAIS FATORES INFLUENCIARAM NOS RESULTADOS ENCONTRADOS?

**E** A RODA GIGANTE DESCREVE UM MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME (MCU)? EM QUAIS MOMENTOS?

Outro tema muito interessante no estudo da Física da Roda Gigante diz respeito à aplicação das leis de Newton na descrição do movimento dos usuários de tal brinquedo. Nesse escopo, um item de bastante destaque é a variação da reação normal, ou seja, a força que o assento da cabine exerce sobre o usuário varia enquanto a roda efetua o movimento circular. Para explicar tal fato, analisaremos as forças que atuam sobre o usuário em dois momentos: no ponto mais alto e no mais baixo do movimento circular. A Figura 2 nos mostra o diagrama de forças nesses dois momentos. Não podemos nos esquecer que quando analisamos uma partícula que efetua um movimento circular, a força resultante é dada pela resultante centrípeta, escrita da seguinte forma:

$$\vec{F}_R = m \frac{\vec{v}^2}{R}$$

onde  $m$  representa a massa da partícula, ou seja, do ocupante da roda gigante e  $\vec{v}$  a sua velocidade tangencial e  $R$  o raio da trajetória (neste caso, o raio da roda gigante).

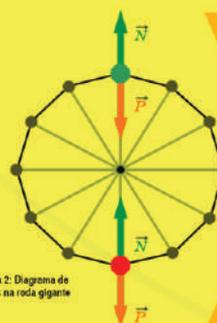


Figura 2: Diagrama de forças na roda gigante

Sendo assim, no ponto mais baixo da trajetória a resultante centrípeta é dada por:

$$\vec{F}_R = \vec{N} - \vec{P}$$

Ou seja, a reação normal sobre a pessoa que está na roda gigante é

$$\vec{N} = \vec{P} + \vec{F}_R$$

Já no ponto mais alto, temos que a resultante centrípeta é dada por:

$$\vec{F}_R = \vec{P} - \vec{N}$$

Assim, a reação normal sobre a pessoa neste ponto é dada por:

$$\vec{N} = \vec{P} - \vec{F}_R$$

Observando as equações (1) e (2), percebemos que a reação normal é maior no ponto mais alto do que no ponto mais baixo da trajetória circular da roda gigante. Essa força está relacionada à sensação que temos de estar mais soltos ou mais presos ao assento do brinquedo.

# PARTE 02 ESTUDO DA REAÇÃO NORMAL



NESTE MOMENTO ESTUDAREMOS A VARIAÇÃO DA REAÇÃO NORMAL NOS PONTOS MAIS ALTO E MAIS BAIXO DA TRAJETÓRIA DA RODA GIGANTE. PARA ESSE FIM, CONSIDERAREMOS QUE A RODA ESTEJA SE MOVENDO EM MCU.

**A** Utilizando a velocidade linear calculada na Parte 1 e a sua massa aproximada em quilogramas, calcule a resultante centrípeta sobre o seu corpo.

(Utilize o raio da roda gigante igual a 20 metros)

**B** Calcule o seu peso.

(considere a aceleração da gravidade local igual a  $9,81 \text{ m/s}^2$ )

**C** Utilizando os resultados dos itens (A) e (B), calcule a reação normal sobre o seu corpo nos pontos mais alto e mais baixo da trajetória.

**D** Se durante o movimento da Roda Gigante você utilizasse uma balança sensível e precisa para medir a sua massa, as marcações que ela forneceria no ponto mais alto da trajetória seria igual a marcação do ponto mais baixo?

Se sua resposta foi negativa, em que ponto a marcação seria maior e por quê?

**E** Nos dois pontos do movimento considerados nessa análise, você efetivamente sentiu alguma diferença física ou fisiológica? Descreva.

## RODA GIGANTE

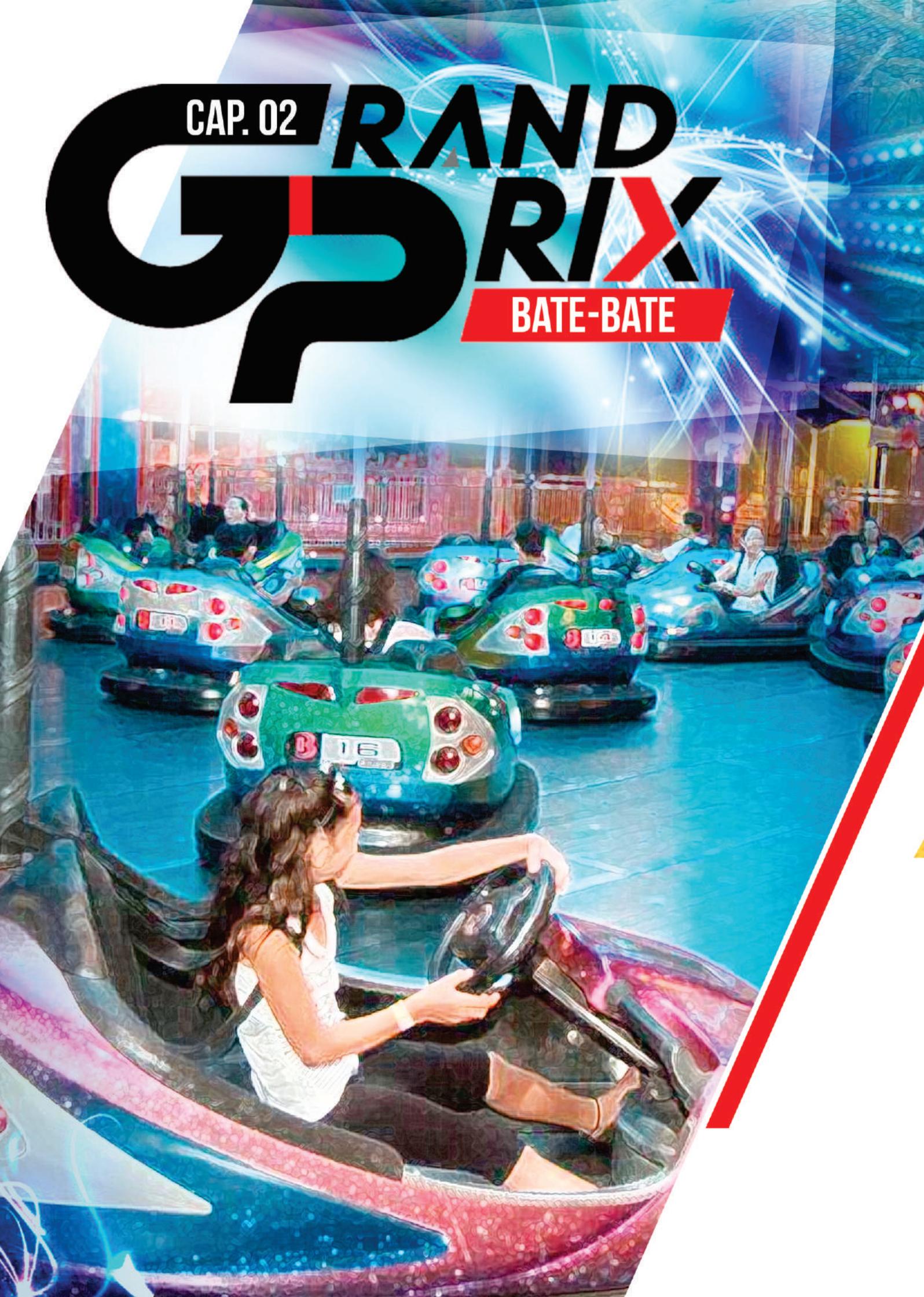
Então é isso pessoal, esperamos que após a realização dessa atividade você possa ter compreendido um pouco melhor os conceitos de Física envolvidos no movimento da roda gigante.

Além disso, esperamos que você tenha se divertido bastante enquanto aprendia.



CAP. 02

# GRAND GRAND BATE-BATE



# OS CARRINHOS DE BATE-BATE

A diversão é garantida, mas não se pode dizer o mesmo quanto a origem desse brinquedo, pois não se sabe quem é de fato o seu idealizador. Os carrinhos de bate-bate são elétricos, deslizam em um piso metálico e são ligados ao teto por meio de uma haste metálica, fechando assim o circuito elétrico. Atualmente a pista do parque dispõe de 20 desses veículos que podem se movimentar simultaneamente. Cada carrinho tem massa aproximada de 200Kg. A velocidade máxima desses carrinhos não ultrapassam os 6km/h, pois se fosse maior, mais intenso seria o momento linear do carrinho e na colisão com outro carrinho, comprometeria a segurança dos seus ocupantes.

NESTE CAPÍTULO, UTILIZAREMOS OS CARRINHOS DE BATE-BATE PARA NOS AVENTURAR NOS SEGUINTE TEMAS DA FÍSICA: CONSERVAÇÃO DO MOMENTO LINEAR, AS LEIS DE NEWTON E IMPULSO.



Figura 3  
Pista de bate-bate do Nicolândia

Acesso em: <http://www.novanicolandia.com.br/portfolio-item/gran-pix/> em 01/03/2017 às 20:18

A Figura 3 nos mostra a pista de carrinhos de bate-bate do Parque Nicolândia, a qual recebe o nome de “GRAND PRIX”. Para crianças existe um limite mínimo e máximo de altura, na qual deve ser respeitado, o valor mínimo de 80cm e máximo de 1,20m e está acompanhada de um adulto.

DE FORMA A COMPREENDERMOS OS PRINCIPAIS PRINCÍPIOS FÍSICOS ENVOLVIDOS NESTE BRINQUEDO, CONSIDERE AS QUESTÕES PROPOSTAS A SEGUIR:

## PARTE 1: ESTUDO DO TEOREMA DO IMPULSO E LEIS DE NEWTON

### A

O IMPULSO É UMA GRANDEZA ESCALAR OU VETORIAL?

### B

QUAL É A RELAÇÃO ENTRE FORÇA E VELOCIDADE EM UMA COLISÃO DE CARRINHOS DE BATE-BATE?

### C

POR QUE AS BORDAS DO CARRINHO SÃO RECOBERTOS DE BORRACHA E NÃO DE FERRO? TEM ALGUMA RELAÇÃO COM ELASTICIDADE DA COLISÃO?

### D

PARA ONDE SUA CABEÇA É ARREMESSADA QUANDO VOCÊ COLIDE FRONTALMENTE OU QUANDO ALGUÉM COLIDE BRUSCAMENTE ATRÁS DE VOCÊ?  
EXPLIQUE EMBASADO NA 1ª LEI DE NEWTON.

### E

IMAGINE ESSAS COLISÕES EM ALTA VELOCIDADE E SEM CINTO DE SEGURANÇA! O QUE PODERIA ACONTECER?

A MAIORIA DAS COLISÕES EXISTENTES NA NATUREZA SÃO PARCIALMENTE INELÁSTICAS (OU PARCIALMENTE ELÁSTICAS) .OU SEJA, MESMO QUE OS PARA-CHOQUES DOS CARRINHOS SEJAM RECOBERTOS DE BORRACHA MACIA PARA DILATAR O TEMPO DE COLISÃO E DIMINUIR O VALOR DA FORÇA MÉDIA SENTIDA PELOS OCUPANTES, OCORRE CONSERVAÇÃO APENAS DE UMA PARCELA DA ENERGIA CINÉTICA OU SEJA A VELOCIDADE RELATIVA FINAL É MENOR QUE A VELOCIDADE RELATIVA INICIAL, CONSERVANDO O MOMENTO LINEAR. AS COLISÕES PODEM OCORRER DE DIVERSAS FORMAS, E A IMPREVISIBILIDADE DE UM CHOQUE MECÂNICO É A GRANDE EMOÇÃO DESSE BRINQUEDO.

O produto da força exercida pelo carrinho por intervalo de tempo é chamado de Impulso ( $\vec{I}$ ) que é uma grandeza vetorial. Para calculá-la, utilizamos a equação abaixo:

$$\vec{I} = \vec{F} \times \Delta T$$

onde  $\vec{F}$  representa a força e  $\Delta T$  o intervalo de tempo de duração da colisão.

Suponha que o carrinho de bate-bate + ocupante possua uma massa ( $m$ ) e num dado instante possua um a velocidade ( $\vec{v}$ ). Chamamos esse produto de quantidade de movimento do carrinho + ocupante.

$$\vec{Q} = m \times \vec{v}$$

Se a variação da quantidade de movimento do carrinho + ocupante é igual ao Impulso das forças que atuam nesse mesmo corpo , teremos:

$$\vec{I} = \Delta \vec{Q}$$

$$\vec{I} = \vec{Q}_{final} - \vec{Q}_{inicial}$$

NO CASO DE UMA COLISÃO ONDE:

$$\vec{v}_{final} = 0$$

$$\vec{I} = - \vec{Q}_{Inicial}$$

$$-(\vec{F} \times \Delta T) = m \times \vec{v}_{Inicial}$$

Ou seja, mantendo a massa constante durante a colisão, então para um intervalo de tempo maior, menor será o valor da força experimentada pelos ocupantes durante a batida.

Você saberia dizer a relação entre o para-choque de borracha do carrinho , as capinhas de silicone do celular , o solado macio dos calçados com a duração do intervalo de tempo de uma colisão?



# PARTE

# 02

## ESTUDO DA VARIÇÃO DO MOMENTO LINEAR

**A** Por que a energia Cinética final e inicial não são iguais depois de uma colisão?

**B** Imagine uma situação que sua massa + carrinho seja de 250Kg no total e sua velocidade media seja de aproximadamente 6Km/h e você venha a colidir em um carrinho inicialmente parado e que em seguida após a colisão atinja o repouso. Calcule a força media que você experimenta nessa colisão? (adote o tempo de contato de 1/100s)

**C** O que aconteceria se o outro carrinho estivesse com mesma velocidade que você mas em sentido oposto durante uma colisão. A força experimentada seria maior, menor ou permaneceria a mesma? Explique supondo mantida todas as condições da questão anterior.

**D** (UnB) Uma criança brinca com um pedaço de "massa de modelar" de massa  $m_1$  e a atira, horizontalmente, em direção a um carrinho, inicialmente em repouso, de massa  $m_2$ . Ao atingir o carrinho, a massa de modelar prende-se nele e ambos se movimentam, em um plano horizontal liso. Considerando um sistema formado pelas massas  $m_1$  e  $m_2$ , julgue os itens a seguir:

**1** A quantidade de movimento do sistema se conserva.

**2** A energia mecânica do sistema se conserva.

**3** A energia cinética de  $m_1$  é totalmente transferida para  $m_2$ .

**4** A energia cinética do sistema não se conserva.

Vale lembrar que a quantidade de movimento na pista de Bate-Bate é conservado, supondo que esse sistema seja mecanicamente isolado ou seja livre de forças externas, mesmo que a energia mecânica não seja conservada. A título de cálculo iremos supor apenas dois carrinhos interagindo na pista: um **A** e o outro **B**, em um momento antes e depois de uma colisão.

ENTÃO:

$$\sum \vec{Q}_{antes} = \sum \vec{Q}_{depois}$$

$$m\vec{v}_a + m\vec{v}_b = m\vec{v}'_a + m\vec{v}'_b$$

Nos choques / colisões mecânicas unidimensionais ou frontais, define-se uma grandeza que permite identificar o tipo de choque quanto à conservação ou não da energia Cinética. É o coeficiente de restituição, definido pela relação a seguir:

$$e = \frac{\text{Velocidade relativa de afastamento}}{\text{Velocidade relativa de aproximação}}$$

$$e = \frac{\vec{V}'_b - \vec{V}'_A}{\vec{V}_A - \vec{V}_b}$$

Os choques / colisões, então, são classificados do modo como se segue:

se  $e = 1$  ENTÃO É PERFEITAMENTE ELÁSTICO;

se  $e = 0$  ENTÃO É PERFEITAMENTE INELÁSTICO;

se  $0 < e < 1$  ENTÃO É PARCIALMENTE ELÁSTICO.

ENTÃO, NA COLISÃO DOS CARRINHOS DE BATE-BATE PODEM SER DESCRITAS COMO PARCIALMENTE ELÁSTICAS ONDE OCORRE A RESTITUIÇÃO, MAS COM DISSIPACÃO DE ENERGIA CINÉTICA. VOCÊ SABIA QUE NUM SIMPLES BRINQUEDO DE PARQUE DE DIVERSÕES VOCÊ ENCONTRARIA TANTOS CONCEITOS DE FÍSICA? E ISSO É SÓ O COMEÇO, POIS SE VASCULHARMOS MAIS PROFUNDAMENTE, ENCONTRAREMOS MAIS FATOS CIENTÍFICOS RELACIONADOS AO FUNCIONAMENTO DOS OUTROS BRINQUEDOS.

**QUE ÓTIMA EXPERIÊNCIA ESSE BRINQUEDO NOS PROPORCIONOU !!!**

Cap.03

Montanha Russa

# Colossus's Loop



SE VOCÊ ACREDITA QUE JÁ ESTÁ PREPARADO E QUE JÁ PASSOU DA HORA DE SENTIR EMOÇÕES MAIS FORTES, ENTÃO ESTÁ NA HORA DE VOCÊ SE DIVERTIR NA MONTANHA RUSSA, QUE AQUI NO PARQUE TEM O NOME DE COLOSSUS'S LOOP.

Figura 4: Pista de montanha russa do Nicolândia

Acesso em : <http://www.novanicolandia.com.br/portfolioitem/colossus-loop/> em 01/03/2017 as 20:00

# Colossus's Loop

O NOME MONTANHA RUSSA NÃO É POR ACASO, POIS A IDEIA REALMENTE SURTIU NA RÚSSIA ONDE NO INVERNO AS PESSOAS DESCIAM COM SEUS TRENÓS DE PEQUENAS ELEVAÇÕES. ESTE FATO SERVIU DE INSPIRAÇÃO PARA UMA EMPRESA CHAMADA **LES MONTAGNES RUSSES À BELLEVILLE** A CRIAR A PRIMEIRA MONTANHA RUSSA EM PARIS NO ANO DE 1812, CONTUDO, APENAS EM 1885 NOS ESTADOS UNIDOS, MAIS PRECISAMENTE EM NEW YORK, QUE APARECEU O PRIMEIRO LOOPING QUE NA ÉPOCA ERA CONHECIDA COMO ESTRADA DE FERRO CENTRÍFUGA !!! TRECHO EM QUE OS TRILHOS FAZEM UM CÍRCULO COMPLETO, DEIXANDO OS PASSEGEIROS DE CABEÇA PARA BAIXO EM UMA MONTANHA RUSSA.



Então vamos que vamos, investigar a Física presente nesse brinquedo:

**A**

Em quais momentos da trajetória você sentiu maior ou menor sensação de peso? Ou seja, em que momento você se sentiu mais "leve" ou mais "pesado"?

**B**

Você saberia dizer o nome da força responsável por essa maior ou menor sensação de peso?

**C**

Quando o carrinho fazia uma curva para a direita, por exemplo, para onde o seu corpo parecia querer ir? Seria ação da força centrífuga? Ela realmente existe?

**D**

Você sentiu uma força entre o banco e você? Ela jogava você para dentro ou para fora da curva?

**E**

Em que pontos do brinquedo você possuía maior e menor energia potencial gravitacional?

**F**

E sobre a energia atrelada ao movimento, em que pontos da trajetória você possuía maior e menor energia cinética?

**G**

Podemos afirmar que o sistema brinquedo + você + montanha russa é um sistema conservativo? Explique.



# ESTUDO DO LOOP

Figura 5: Momento do Looping da montanha russa



Acesso em : <http://www.novaticolandia.com.br/portfoliolitem/colossus-loop/> em 01/03/2017 as 18:00

VOCÊ SABIA QUE O CARRINHO DA MONTANHA-RUSSA PARA COMPLETAR O LOOP ELE DEVE POSSUIR UMA VELOCIDADE MÍNIMA, E MAIS, ESSA VELOCIDADE ESTÁ RELACIONADA A ALTURA DA QUAL O CARRINHO É LIBERADO. PARA COMPREENDER ESTE MOVIMENTO, CONSIDERE A FIGURA 6 E AS SITUAÇÕES QUE SERÃO APRESENTADAS NAS QUESTÕES A SEGUIR.

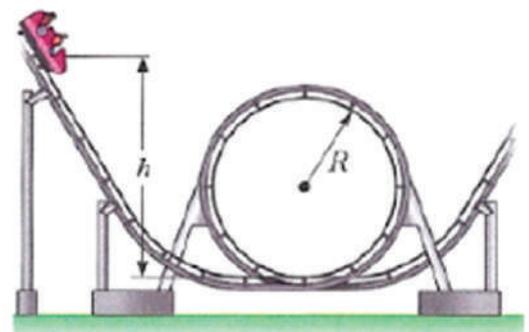


Figura 6: Looping de uma montanha russa

FÍSICA PARA CIENTISTAS E ENGENHEIROS - VOL. 1 MECÂNICA  
 TRADUÇÃO DA 8ª ED. NORTE - AMERICANA JEWETT, JR. JOHN W. / SERWAY, RAYMOND A.

**A** SUPONDO QUE AO PASSAR PELO PONTO MAIS ALTO DA TRAJETÓRIA CIRCULAR O CARRINHO FIQUE NA IMINÊNCIA DE PERDER O CONTATO COM OS TRILHOS. NESTE CASO, A REAÇÃO NORMAL PODE SER CONSIDERADA NULA. ASSIM SENDO, A RESULTANTE CENTRÍPETA (LEMBRE-SE DE QUE AO DESCREVER O LOOP O CARRINHO ESTÁ NUM MOVIMENTO CIRCULAR, E NESTE CASO, A RESULTANTE DEVE SER CENTRÍPETA) PODE SER CONSIDERADA NULA. IGUALANDO A RESULTANTE CENTRÍPETA AO PESO, PODE-SE DETERMINAR A VELOCIDADE MÍNIMA PARA O CARRINHO COMPLETAR O LOOP. QUAL É O VALOR DESSA VELOCIDADE, EM TERMOS DE **R** E **G**?

**B** SUPONDO QUE O CARRINHO SAIA DO REPOUSO DE UMA ALTURA  $H_{\text{mínima}}$ . CALCULE A MENOR VELOCIDADE QUE O CARRINHO DEVE TER PARA CONSEGUIR EFETUAR O LOOPING SEM PERDER O CONTATO COM OS TRILHOS. ADOTE:  $g = 10 \text{ m/s}^2$  E  $R = 14,4 \text{ m}$ .

**C** QUAL É A ENERGIA MECÂNICA DO CARRINHO NO PONTO DE ALTURA MÁXIMA DO LOOP? ESCREVA EM TERMOS DAS ENERGIAS CINÉTICAS E POTENCIAL NESTE PONTO.

**D** SUPONDO QUE NÃO HAJA FORÇAS DISSIPATIVAS, USE A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA MECÂNICA PARA ENCONTRAR A ALTURA MÍNIMA **H** DA QUAL O CARRINHO DEVE SER LIBERADO PARA QUE COMPLETE O LOOP (PERCEBA QUE ESTE ITEM ESTÁ RELACIONADO À SEGURANÇA DA MONTANHA RUSSA).

Você gostou experimentar um pouco da Física envolvida em uma montanha-russa? Será que a partir de agora você sentirá menos medo quando for andar em uma montanha-russa?

Vivemos com a força de 1G (Uma vez a força da gravidade) e neste brinquedo, chegamos a experimentar força de 3G, mesmo que por um breve intervalo de tempo. Em uma situação como essa fica difícil do coração bombear sangue para o cérebro.

Então é isso, a ciência é realmente o motor propulsor dos produtos que nos proporcionam melhoria da qualidade de vida, inclusive de itens relacionados a nossa diversão.

# CAP. 04 PIRATE SHIP

BARCO PIRATA



O BARCO PIRATA É UM BRINQUEDO BEM ANTIGO E MUITO COMUM EM PARQUES DE DIVERSÕES, QUANDO AS PESSOAS O UTILIZAM ELAS GERALMENTE NÃO ESTÃO PREOCUPADAS COM CONCEITOS FÍSICOS RELACIONADOS AO MOVIMENTO OSCILATÓRIO E A CONSERVAÇÃO DA ENERGIA. CONTUDO, O NAVIO PIRATA CONSTITUI MAIS UM BOM LABORATÓRIO DE FÍSICA. NO NICOLÂNDIA, O NAVIO PIRATA É CONHECIDO PELO NOME DE PIRATE SHIP. A FIGURA ILUSTRA A FOTOGRAFIA DESTA DIVERTIDA ATRAÇÃO.

# NESTE CAPÍTULO

A DIVERSÃO ESTÁ NO BARCO PIRATA, CONCILIANDO DIVERSOS CONCEITOS FÍSICOS AO FUNCIONAMENTO DESTES BRINQUEDOS.



FIGURA 7: BARCO PIRATA

Acesso em: <http://www.tourandcolandia.com.br/portfolio-item/rock-roll/> em 01/03/2017 às 20:15

## PARTE 01 O MOVIMENTO PENDULAR

Durante o seu funcionamento, devido aos motores que imprimem ao barco uma velocidade quase constante, o barco pirata funciona como um pêndulo com o seu movimento de ida e volta. A emoção que você sente quando está neste brinquedo é decorrente da variação do peso por ele proporcionada. Em um primeiro momento, o estudo será focado nas características do movimento pendular para estimar a velocidade atingida pelo barco pirata em seu movimento periódico.

**A** OBSERVANDO O MOVIMENTO DO BARCO PIRATA, MARQUE QUANTO TEMPO ELE GASTA PARA COMPLETAR UMA OSCILAÇÃO, ANTES DE REPETI-LA. ESTE TEMPO É TAMBÉM DENOMINADO PERÍODO DO MOVIMENTO. NESSE SENTIDO, QUAL É, EM SEGUNDOS, O PERÍODO DO MOVIMENTO DO BARCO PIRATA?

DICA: MARQUEM O TEMPO DE 10 OSCILAÇÕES E DIVIDA POR DEZ PARA VOCÊS TEREM UMA MELHOR ESTIMATIVA.

**B** ESTIMEM O COMPRIMENTO DO PÊNDULO ASSOCIADO AO BARCO PIRATA. LEMBREM-SE QUE O PERÍODO E O COMPRIMENTO DE UM PÊNDULO SÃO RELACIONADOS PELA EQUAÇÃO:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

EM QUE  $T$  REPRESENTA O PERÍODO DO PÊNDULO,  $\ell$  O COMPRIMENTO E  $g$  É A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE LOCAL, A QUAL ADMITIREMOS IGUAL A 9,81 METROS POR SEGUNDO AO QUADRADO.

PIRATE  
SHIP  
BARCO PIRATA

**C** AO DESCOBRIR O PERÍODO, VOCÊ INDIRETAMENTE ENCONTROU A FREQUÊNCIA ( $f$ ) DE OSCILAÇÃO, POIS:  $f = \frac{1}{T}$

E COM A FREQUÊNCIA, PODEREMOS DETERMINAR A FREQUÊNCIA ANGULAR ( $\omega$ ) DO MOVIMENTO MEDIANTE A EQUAÇÃO:  $\omega = 2\pi f$

**D** UTILIZANDO A FREQUÊNCIA ANGULAR ENCONTRADA NO ITEM ANTERIOR, E SABENDO QUE POR SE TRATAR UMA PARTE DE UM MOVIMENTO CIRCULAR DE RAIO IGUAL A  $R$  (ENTE JUSTIFICAR ESTE FATOS), A VELOCIDADE, FREQUÊNCIA ANGULAR E COMPRIMENTO DO PÊNDULO SE RELACIONAM POR MEIO DA EQUAÇÃO:

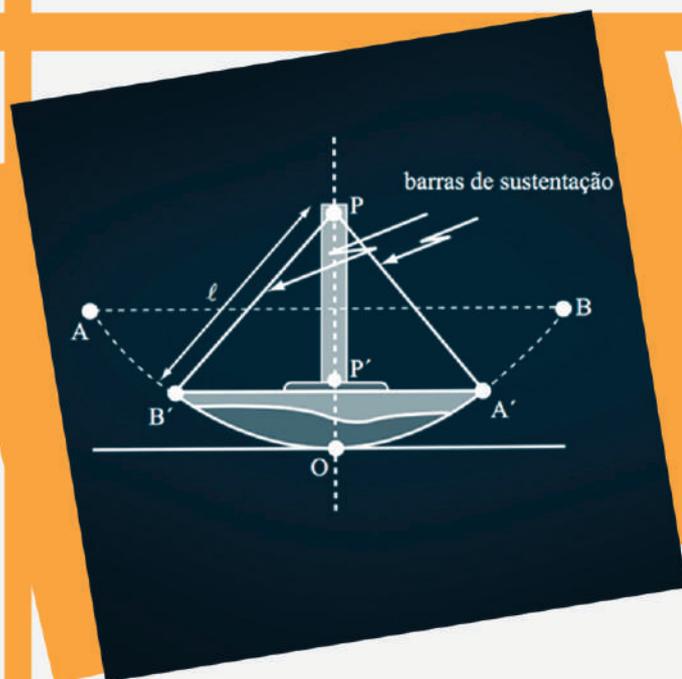
$$\vec{v} = \omega R$$

**E** UTILIZE ESTA ÚLTIMA EQUAÇÃO E ESTIME A VELOCIDADE DO BARCO PIRATA.

**VOCÊ** encontrou  
A VELOCIDADE  
EM UNIDADES DO SISTEMA  
internacional, TRANSFORME-A  
PARA Km/h.  
E AÍ, VOCÊ ACHOU ESSA VELOCIDADE ELEVADA?

# PARTE 02 A EMERGÊNCIA MECÂNICA

Durante esse movimento pendular uma pessoa na pontinha do brinquedo pode atingir uma altura de 14 metros em relação ao solo e está sujeito a um raio de giro de 20 metros e ainda o barco tem em media 10 toneladas e é impulsionado por um motor de 100 KW . Então é possível entendermos o trabalho mecânico e a potência do motor, bem como as transformações da energia mecânica durante as oscilações do barco.



ASSUMINDO QUE A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE LOCAL TENHA VALOR IGUAL A  $9,81\text{m/s}^2$ , E QUE HAJA UMA SIMETRIA EM RELAÇÃO AO EIXO OP E DESPREZANDO TODAS AS FORÇAS DISSIPATIVAS, JULGUE OS ITENS ABAIXO:

**A**

QUANDO O BARCO ESTÁ SUBINDO, O NOSSO CORPO PEGA O EMBALO, ACOMPANHANDO A TRAJETÓRIA DO BARCO. EXPLIQUE, BASEADO NA 1ª LEI DE NEWTON, O QUE VOCÊ SENTE NO PONTO MAIS ALTO? E NO PONTO MAIS BAIXO?

**B**

E AQUELE FRIOZINHO NA BARRIGA, ESTÁ RELACIONADA A FORÇA NORMAL (AQUELA QUE REAGE À COMPRESSÃO QUE FAZEMOS SOBRE A CADEIRA) ELA AUMENTA OU DIMINUI NOS PONTOS MAIS ALTO E MAIS BAIXO DA TRAJETÓRIA?

**C**

NO PONTO MAIS ALTO DA TRAJETÓRIA DO BARCO, QUAL O VALOR DA SUA VELOCIDADE? E DA ACELERAÇÃO?

**D**

(UNB – COM ADAPTAÇÕES) SABENDO QUE ESSE BRINQUEDO TEM UM FUNCIONAMENTO ANÁLOGO AO DE UM PÊNDULO SIMPLES. QUANDO O PONTO A COINCIDE COM A' OU B COINCIDE COM B', O BARCO ATINGE SUA ALTURA MÁXIMA. O BARCO ATINGIRÁ ALTURA MÍNIMA QUANDO OS PONTOS P, P' E O ESTIVEREM ALINHADOS.

[ ]

EM RELAÇÃO AO PONTO O, A ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL DO BARCO PIRATA É MÁXIMA QUANDO A COINCIDE COM A' OU B COINCIDE COM B'.

[ ]

SUPONDO QUE O CENTRO DE MASSA DO BARCO COINCIDA COM SEU CENTRO GEOMÉTRICO, QUANDO O BARCO ESTIVER EM MOVIMENTO, A SUA ENERGIA CINÉTICA SERÁ MÁXIMA QUANDO OS PONTOS P, P' E O ESTIVEREM ALINHADOS.

[ ]

O PERÍODO DE OSCILAÇÃO DO BARCO DEPENDE DE SUA MASSA E NÃO DEPENDE DO COMPRIMENTO L DAS BARRAS QUE O SUSTENTAM.

[ ]

QUANDO O BARCO ESTIVER EM MOVIMENTO E OS PONTOS P, P' E O ESTIVEREM ALINHADOS, O MÓDULO DO VETOR RESULTANTE DA SOMA VETORIAL DA TRACÇÃO EM CADA UMA DAS BARRAS DE SUSTENTAÇÃO SERÁ IGUAL AO MÓDULO DO PESO TOTAL DO BARCO.

**E**

EM QUE PONTOS DA TRAJETÓRIA TEREMOS O MAIOR VALOR REFERENTE A ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL? POR QUÊ ?

**F**

E SOBRE ENERGIA CINÉTICA, EM QUE PONTOS ELA É MÁXIMA E MÍNIMA ?

**G**

COM BASE NOS DADOS FORNECIDOS NO TEXTO, CALCULE A VELOCIDADE ESPERADA NO PONTO O DA TRAJETÓRIA, EM SEGUIDA TRANSFORME-O PARA Km/h.

PARA ENTENDERMOS MELHOR A FÍSICA PRESENTE NESTA BRINCADEIRA RADICAL, IREMOS MATEMATIZAR UM POUQUINHO PARA JUSTIFICAR ALGUMAS SENSações : O BARCO PIRATA ATINGE SUA ALTURA MÁXIMA A 14m DE ALTURA ( O CORAJOSO QUE ESTIVER SENTADO EM A' ) E NESSE PONTO TODA ENERGIA MECÂNICA ENCONTRA SE SOB A FORMA DE ENERGIA POTENCIAL GRAVITACIONAL E COM ENERGIA CINÉTICA NULA , POIS NESSE MOMENTO O BARCO PARA POIS OCORRE A INVERSÃO DO MOVIMENTO. AO CONSIDERARMOS O SISTEMA COMO CONSERVATIVO, OU SEJA ,LIVRE DE FORÇA DE ATRITO OU ARRASTE PODEREMOS PROPOR QUE:

$$\Delta E_m = 0$$

$$E_{\text{mecânica final}} - E_{\text{mecânica inicial}} = 0$$

$$(E_{\text{cinética final}} + E_{\text{gravitacional final}}) - (E_{\text{cinética inicial}} + E_{\text{potencial inicial}}) = 0$$

NESSA SITUAÇÃO CONSIDERE QUE O BARCO INICIE O MOVIMENTO A 14m DE ALTURA, PARTINDO DO REPOUSO E QUE NO PONTO MAIS BAIXO DA TRAJETÓRIA A ALTURA EM RELAÇÃO AO SOLO VALE ZERO.

ENTÃO:

$$(E_{\text{cinética final}} + E_{\text{gravitacional final}}) - (E_{\text{cinética inicial}} + E_{\text{potencial inicial}}) = 0$$

$$\left(\frac{1}{2} m v_{\text{Final}}^2 + 0\right) - (0 + mgh) = 0$$

**UM FATO INTERESSANTE** NESSE CÁLCULO MESMO CONHECENDO A MASSA DA BARCO + PESSOAS CONSEGUIREMOS CALCULAR A VELOCIDADE DO BARCO PIRATA NO PONTO MAIS BAIXO DA TRAJETÓRIA OU SEJA A VELOCIDADE FINAL DA BARCO NÃO DEPENDE DA MASSA , ISSO NÃO É INCRÍVEL!!!

$$\left(\frac{1}{2} m v_{\text{final}}^2 + 0\right) - (0 + mgh) = 0$$

$$v_{\text{final}}^2 = 2gh$$

**SUBSTITUINDO A ALTURA POR 14m E A ACELERAÇÃO DA GRAVIDADE LOCAL POR 9,81 m/s<sup>2</sup> , TEREMOS UMA ESTIMATIVA DE VELOCIDADE IGUAL A:**

$$v_{\text{final}}^2 = 2 \times 9,81 \times 14$$

$$v^2 = 274,68$$

$$v = \sqrt{274,68}$$

$$v = 16,57 \text{ m/s}$$

$$\text{ou}$$

$$59,65 \text{ km/h}$$

E agora, você ficou com medo da altura ou da velocidade final? E se considerássemos a resistência do ar, a velocidade final aumentaria ou diminuiria?

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

“ Acreditamos que o parque de diversões seja um local propício para o Ensino de Física, por oferecer uma variedade de equipamentos que funcionariam como experimentos de Física a serem explorados. Inserido nesse ambiente, o professor pode utilizar diferentes recursos para propiciar o educando uma experiência agradável bem como vivenciar alguns tópicos e seus fenômenos que poderá levá-lo a uma reflexão dos conteúdos abordados em sala de aula. O convívio mesmo que breve nesse ambiente não formal pode proporcionar ao estudante o desenvolvimento do seu intelecto que potencialmente pode crescer, a partir da capacidade de lidar com situações de maneira apropriada ao meio que a circunda e representá-las, de maneira satisfatória através de experimentações e observações. ”

*“ No meio da dificuldade,  
encontra-se a oportunidade. ”*

- ALBERT EINSTEIN



*Em memória a Francisco Ibiapino e Rosa Pereira*



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, MARIA INEZ PEREIRA DE, FACHÍN-TERÁN, AUGUSTO. ELEMENTOS DA FLORESTA: RECURSOS DIDÁTICOS PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA ÁREA RURAL AMAZÔNICA. MANAUS: UEA EDIÇÕES, 2010, 84P.

ARAÚJO, MAURO SÉRGIO TEIXEIRA. ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA: DIFERENTES ENFOQUES, DIFERENTES FINALIDADES. VOLUME 25 NUMERO 2. SÃO PAULO

GOHN, M. G. EDUCAÇÃO NÃO FORMAL E CULTURA POLÍTICA: IMPACTOS SOBRE O ASSOCIATIVISMO DO TERCEIRO SETOR. SÃO PAULO: CORTEZ, 2001. TE: AUTÊNTICA, 2010

LAKATOS, EVA MARIA. METODOLOGIA DO TRABALHO CIENTÍFICO. SÃO PAULO. EDITORA ATLAS 1991.

MOREIRA, MARCO ANTÔNIO. TEORIAS DA APRENDIZAGEM. SÃO PAULO. EDITORA PEDAGÓGICA E UNIVERSITÁRIA. 1999.

QUEIROZ, G. ACESSO AO CONHECIMENTO CIENTÍFICO PELA MÍDIA E AMBIENTES NÃO ESCOLARES EM UMA NOVA SITUAÇÃO EDUCACIONAL. IN: CONVERGÊNCIAS E TENSÕES NO CAMPO DA FORMAÇÃO E DO TRABALHO DOCENTE: EDUCAÇÃO AMBIENTAL, EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, EDUCAÇÃO EM ESPAÇOS NÃO ESCOLARES E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. ORG. DALBEN, A.; DINIZ, J. ; LEAL, L. ; SANTOS, L. COLEÇÃO DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO. BELO HORIZONTE

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA, JUNHO DE 2003, 4P. CHALMERS, A.F.. O QUE É A CIÊNCIA, AFINAL? BRASÍLIA: EDITORA BRASILIENSE, 1993, 226P.

ACESSO EM: [HTTP://WWW.NOVANICOLANDIA.COM.BR/PORTFOLIOITEM/COLOSSUS-LOOP/](http://www.novanicolandia.com.br/portfolioitem/colossus-loop/) EM 01/03/2017 AS 20:00

ACESSO EM: [HTTP://WWW.NOVANICOLANDIA.COM.BR/PORTFOLIO-ITEM/FERRIS-WHEEL/](http://www.novanicolandia.com.br/portfolio-item/ferris-wheel/) EM 01/03/2017 AS 20:10

ACESSO EM: [HTTP://WWW.NOVANICOLANDIA.COM.BR/PORTFOLIO-ITEM/ROCK-ROLL/](http://www.novanicolandia.com.br/portfolio-item/rock-roll/) EM 01/03/2017 AS 20:15

ACESSO EM: [HTTP://WWW.NOVANICOLANDIA.COM.BR/PORTFOLIO-ITEM/GRAN-PIX/](http://www.novanicolandia.com.br/portfolio-item/gran-pix/) EM 01/03/2017 AS 20:18

FÍSICA PARA CIENTISTAS E ENGENHEIROS - VOL. 1 - MECÂNICA - TRADUÇÃO DA 8ª ED. NORTE-AMERICANA JEWETT, JR. JOHN W. / SERWAY, RAYMOND A.

**ENSINO DE**



**NO PARQUE**  
de Diversões



**Produção: Fábio Henrique de Sousa Chagas**  
**Coord. do MNPEF: Dra. Maria de Fátima Da Silva Verdeaux**  
**Orientador: Dr. Ronni G. G. Amorim**

**Revisor: MSc. Itevaldo Pereira**  
**Revisor: Caio Matheus Ferreira**

**Design: Gabriel Albernás**  
**Edição: Alessandro Alves**