

# FÍSICA NO PARQUE GUANABARA

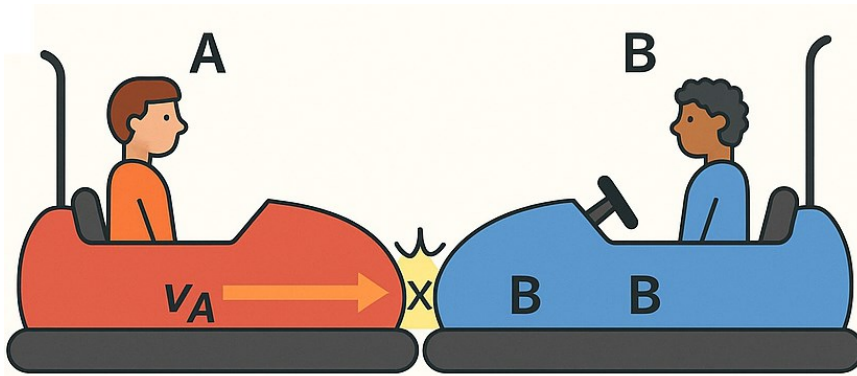


## QUESTIONÁRIO DE FÍSICA - CARRINHO BATE-BATE

### INICIANDO COM A PRÁTICA: EXPERIMENTO-BASE

Antes de responder às próximas perguntas, você irá realizar um experimento que servirá como referência para todo o questionário. Por meio dele, será possível observar na prática o funcionamento da Terceira Lei de Newton (ação e reação) e outros conceitos físicos envolvidos nas colisões entre carrinhos bate-bate.

### EXPERIMENTO PROPOSTO: EXPLORANDO FORÇAS EM COLISÕES



O experimento deve ser realizado por três pessoas, com funções definidas:

- **Pessoa 1:** entra em um carrinho parado.
- **Pessoa 2:** entra em outro carrinho e colide de frente com o primeiro, usando a velocidade máxima permitida.
- **Pessoa 3:** filma o experimento de lado, registrando claramente o movimento antes, durante e após a colisão.

### VARIAÇÕES A SEREM TESTADAS

Para enriquecer a observação, repita o experimento várias vezes, alterando as condições:

- Troque os ocupantes dos carrinhos, variando a massa total de cada um.
- Faça os dois carrinhos colidirem ambos em movimento:
  - de frente com velocidade máxima
  - no mesmo sentido, com velocidades diferentes
  - em uma colisão lateral.
- **Simule outras situações:**
  - Um condutor acelera e solta o pedal para parar naturalmente (sem freio ou volante).
  - Outro condutor faz uma curva fechada em velocidade moderada.

Observe como o comportamento dos carrinhos muda em cada situação: quem se movimenta mais, quem gira, quem para primeiro, etc.

### DICA IMPORTANTE

Grave cada teste em vídeos separados. Isso facilitará a análise posterior e permitirá comparar claramente os efeitos de cada variação.

## 1. FORÇA E COLISÕES – A TERCEIRA LEI DE NEWTON

### CONTEXTO

A **Terceira Lei de Newton**, conhecida como a **lei da ação e reação**, afirma que:

*"Para toda força de ação, existe uma força de reação de mesma intensidade, mesma direção, mas em sentido oposto."*

No contexto dos **carrinhos bate-bate**, essa lei se aplica claramente durante as colisões. Quando dois carrinhos se chocam, cada um exerce uma força sobre o outro. Essas forças são iguais em módulo e direção, mas agem em sentidos opostos. Isso explica por que ambos os carrinhos são afetados pelo impacto, mesmo que um deles estivesse inicialmente parado.

### EXEMPLO PRÁTICO

Imagine dois carrinhos:

- **Carrinho A** se move com velocidade em direção ao **Carrinho B**, que está parado.
- No momento da colisão, **Carrinho A** exerce uma força sobre **Carrinho B**.
- Ao mesmo tempo, **Carrinho B** reage exercendo uma **força igual e contrária** sobre **Carrinho A**.

Se **Carrinho A** tem mais velocidade ou mais massa, ele pode empurrar **Carrinho B** para trás, mas ainda assim sentirá o impacto da força de reação.

### DICAS

- **Pense nas forças** que cada carrinho exerce um sobre o outro no momento da colisão.
- Faça um **desenho esquemático** dos carrinhos no instante da batida.
- Represente com **vetores** as forças de ação e reação atuando entre eles.
- Não se esqueça de considerar a direção das forças e o que ocorre após o impacto.

### PERGUNTAS

1. O que acontece com cada carrinho no momento da colisão? Como a Terceira Lei de Newton explica esse comportamento?
2. É possível que um carrinho em movimento pare completamente após a colisão? Por que isso acontece (ou não acontece)?
3. Se os dois carrinhos estiverem em movimento e colidirem de frente com a mesma velocidade, o que você espera que aconteça com cada um? Explique com base nas forças envolvidas.
4. Desenhe uma situação em que dois carrinhos colidem de frente. Indique com setas as forças de ação e reação que agem entre eles no momento da colisão. *(Espaço para o desenho)*
5. Quais outros exemplos do cotidiano você conhece onde a Terceira Lei de Newton se aplica de forma semelhante?

## 2. ENERGIA CINÉTICA – MOVIMENTO E TRANSFORMAÇÕES NA COLISÃO

### CONTEXTO

A energia cinética é a energia associada ao movimento de um corpo. Ela depende de dois fatores:

$$\text{Energia Cinética (EC)} = (1/2) \times \text{massa} \times \text{velocidade}^2$$

Ou seja, quanto maior a massa ou maior a velocidade, maior será a energia cinética.

Nos carrinhos bate-bate, os veículos adquirem energia cinética à medida que se movimentam. Durante uma colisão, parte dessa energia é dissipada (perdida para outras formas), como:

- **som (o barulho do impacto),**
- **calor (gerado pelo atrito),**
- **deformações (do carrinho ou da estrutura).**

Por isso, mesmo sem parar totalmente, os carrinhos perdem velocidade após a batida, já que uma parte da energia cinética não é mantida.

### EXEMPLO PRÁTICO

**Antes da colisão:**

- Dois carrinhos se movem em direções opostas, cada um com sua energia cinética.

**Durante a colisão:**

- **A energia cinética total do sistema não desaparece, mas se transforma:**
  - Parte vira energia sonora (o som do impacto),
  - Parte vira energia térmica (atrito),
  - Parte pode causar deformações (nas estruturas do carrinho ou no corpo do condutor).

**Após a colisão:**

- Os carrinhos geralmente diminuem a velocidade.
- A nova energia cinética é menor do que antes da batida, pois parte foi dissipada.

### DICA

- Use a fórmula da energia cinética:  
$$EC = (1/2) \times m \times v^2$$
- Pense no que acontece com a energia quando os carrinhos freiam bruscamente ou param após a batida.
- Reflita: para onde vai a energia que existia antes?
- Considere massa, velocidade e os efeitos físicos e sensoriais da colisão.

### **PERGUNTAS**

1. O que é energia cinética e como ela se manifesta nos carrinhos em movimento?
2. O que acontece com a energia cinética durante uma colisão entre os carrinhos? Ela é destruída ou transformada? Explique.
3. Quais formas de energia podem surgir a partir da energia cinética durante uma colisão? Dê exemplos observáveis no experimento.
4. Como a velocidade e a massa dos carrinhos afetam a quantidade de energia cinética antes do impacto?
5. Ao observar o vídeo da colisão, quais sinais indicam que parte da energia foi dissipada?



### 3. CONSERVAÇÃO DA QUANTIDADE DE MOVIMENTO - QUANDO O MOVIMENTO MUDA DE DONO

#### CONTEXTO

A **quantidade de movimento** (também chamada de momento linear) é uma grandeza física dada pelo produto da massa pela velocidade de um corpo.

Segundo o **princípio da conservação da quantidade de movimento**, em um sistema isolado (sem forças externas relevantes), a soma das quantidades de movimento antes e depois de uma colisão permanece constante.

Nos carrinhos bate-bate, quando um carrinho em movimento colide com outro parado, o momento pode ser transferido, alterando a velocidade dos carrinhos após a batida.

#### EXEMPLO PRÁTICO

Imagine a seguinte situação:

- O Carrinho A está em movimento, com uma velocidade constante.
- O Carrinho B está completamente parado no caminho de A.
- Carrinho A colide de frente com o Carrinho B.

Após o impacto:

- Carrinho A diminui sua velocidade ou até mesmo para.
- Carrinho B, que estava parado, começa a se mover para frente.

O que aconteceu?

- A quantidade de movimento (Q) que Carrinho A possuía antes da colisão foi parcialmente transferida para Carrinho B.
- Isso mostra, na prática, o princípio da conservação da quantidade de movimento: A soma do momento dos dois carrinhos antes da colisão é igual à soma do momento dos dois após a colisão, considerando o sistema como isolado (sem interferência de forças externas significativas, como atrito ou empurrões de fora).

#### DICAS

Lembre-se:

**Quantidade de movimento (Q) = massa (m) × velocidade (v)**

$$Q = m \times v$$

#### PERGUNTAS

1. **Antes da colisão**, qual dos carrinhos possui quantidade de movimento? Por quê?
2. **Depois da colisão**, o carrinho que estava parado passou a se mover? O que isso indica sobre a transferência de momento?
3. A velocidade do carrinho que colidiu diminuiu após a batida? Explique o que isso revela sobre a conservação do momento.
4. Se os dois carrinhos tivessem a **mesma massa**, como você esperaria que eles se comportassem após a colisão?
5. Em uma colisão em que os carrinhos não estão perfeitamente alinhados ou não possuem a mesma massa, o momento ainda é conservado? O que muda nesse caso?

## **4. ATRITO – CONTROLE E SEGURANÇA NO MOVIMENTO**

### **CONTEXTO**

O atrito é a força que surge quando duas superfícies estão em contato e tentam deslizar uma sobre a outra. Ele resiste ao movimento e é essencial para o controle de deslocamentos.

Nos carrinhos bate-bate, o atrito ocorre principalmente entre:

- **os pneus dos carrinhos e o chão do brinquedo,**
- **partes internas do mecanismo (como rolamentos ou engrenagens),**
- **e até entre o carrinho e o corpo do condutor (como no banco ou volante).**

**Esse atrito é fundamental para o funcionamento seguro do brinquedo:** ele permite que os carrinhos desacelerem, freiem, mudem de direção e não escorreguem descontroladamente.

### **EXEMPLO PRÁTICO**

Durante uma partida de bate-bate:

- Um carrinho em movimento começa a virar para a direita.
- O atrito entre os pneus e o chão permite que essa curva aconteça, impedindo o carrinho de deslizar em linha reta.
- Quando o motorista solta o acelerador, o atrito ajuda a diminuir a velocidade até a parada completa.

**Sem atrito, os carrinhos não conseguiriam parar nem mudar de direção — continuariam deslizando em linha reta, o que seria perigoso e incontrolável.**

### **DICAS**

- Sem atrito, o carrinho não conseguiria parar nem fazer curvas.
- O atrito pode aumentar ou diminuir dependendo do tipo de superfície, do estado dos pneus e da velocidade.
- Pense no atrito como o "freio invisível" que atua o tempo todo.

### **PERGUNTAS**

1. O que é atrito e qual o papel dele no movimento dos carrinhos bate-bate?
2. O que poderia acontecer com os carrinhos se não houvesse atrito entre os pneus e o chão?
3. Como o atrito influencia a capacidade de frear e de virar os carrinhos? Use exemplos do experimento.
4. Durante o experimento, o que o vídeo mostra sobre a ação do atrito nos diferentes movimentos observados?
5. Em que outras situações do nosso cotidiano o atrito é essencial para a segurança e o controle do movimento?

## **5. IMPULSO – A FORÇA QUE MUDA O MOVIMENTO**

### **CONTEXTO**

O impulso é uma grandeza física que mede o efeito de uma força aplicada durante um intervalo de tempo. Ele está diretamente relacionado à variação da quantidade de movimento (ou momento linear) de um corpo.

A fórmula do impulso é:

**Impulso (I) = Força (F) × Tempo de aplicação ( $\Delta t$ )**

Nos carrinhos bate-bate, o impulso ocorre durante a colisão entre os veículos:

- Quanto maior a força e/ou maior o tempo de contato, maior será o impulso aplicado.
- Esse impulso provoca uma mudança no momento dos carrinhos (ou seja, altera sua velocidade e direção).

### **EXEMPLO PRÁTICO**

**Imagine dois carrinhos colidindo de frente:**

- Se a colisão for muito rápida, o tempo de contato é pequeno → a força da batida será maior, gerando um impacto mais brusco.
- Se a colisão for mais “amortecida” (por exemplo, com molas ou partes flexíveis), o tempo de contato aumenta → a força é menor, mas o impulso total ( $F \times \Delta t$ ) pode ser o mesmo.

Carrinhos de bate-bate são construídos com partes acolchoadas e sistemas de mola para aumentar o tempo de contato, reduzindo o pico de força e tornando as colisões mais seguras.

### **DICAS**

- Impulso é a força multiplicada pelo tempo de aplicação.
- Um impulso pode ser grande por dois motivos:
  - Uma força muito intensa em pouco tempo;
  - Uma força moderada durante mais tempo.
- Carrinhos de bate-bate usam materiais que aumentam o tempo de colisão para diminuir a força sentida.



## **PERGUNTAS**

1. O que é impulso e como ele se relaciona com a variação da quantidade de movimento dos carrinhos?
2. Durante uma colisão rápida e intensa entre dois carrinhos, o tempo de contato é curto. O que acontece com a força aplicada nesse caso?
3. Se aumentarmos o tempo de contato entre dois carrinhos em uma colisão, como isso afeta a força e o impulso total? Explique.
4. No experimento com e sem almofada, o que mudou na intensidade da colisão? O que isso diz sobre o tempo de contato e o impulso?
5. Onde mais, fora do parque, você observa situações em que o impulso é controlado para evitar danos? (Pista: pense em esportes, carros ou embalagens).

## QUESTIONÁRIO DE FÍSICA – SKYFALL (QUEDA LIVRE)

### INICIANDO COM A PRÁTICA: OBSERVAÇÃO DIRIGIDA

Antes de iniciar o questionário, é essencial que você vivencie ou observe atentamente o funcionamento do brinquedo Skyfall, um dos mais emocionantes do parque. Essa etapa prática servirá como base para compreender os conceitos físicos que serão explorados nas próximas seções.

### EXPERIMENTO BASE: EXPLORANDO A QUEDA LIVRE NA PRÁTICA



Durante sua experiência com o Skyfall, procure focar nos seguintes aspectos do movimento:

- **A subida:** Observe como os assentos se elevam verticalmente até o topo da estrutura. Perceba a velocidade de subida, o tempo que ela leva e a sensação no corpo dos passageiros.
- **A parada no topo:** Note que, ao atingir cerca de 60 metros de altura, o carrinho permanece por alguns instantes imóvel. Essa pausa aumenta a expectativa e prepara o corpo para a queda.
- **A queda repentina:** Preste muita atenção ao momento exato em que o carrinho é liberado e inicia a queda. Repare na velocidade crescente, no tempo de descida e na sensação de “flutuar” que os ocupantes sentem.
- **A frenagem:** Observe como o sistema desacelera o carrinho ao final da queda. Tente identificar o uso de freios, amortecedores ou sistemas de segurança que evitam um impacto brusco.
- **Percepções sensoriais:** Escute os sons (gritos, ruídos do freio, vibrações da estrutura) e observe as reações físicas dos participantes (movimento dos cabelos, expressão facial, mãos segurando o encosto etc.).

### DICA IMPORTANTE

Se possível, grave um vídeo da experiência completa, desde a subida até a frenagem final. Isso permitirá analisar com mais calma o movimento, calcular o tempo de queda e perceber detalhes que podem passar despercebidos ao vivo.

Essa observação prática será fundamental para que você possa aplicar os conceitos de gravidade, energia, forças, impulso e movimento com mais clareza e significado.

## 1. QUEDA LIVRE – ACELERAÇÃO GRAVITACIONAL

### CONTEXTO

A queda livre é o movimento de um corpo sob a ação da **gravidade**, sem resistência significativa do ar. Nesse caso, a única força atuante é o peso ( $P = m \times g$ ).

A aceleração da gravidade ( $g$ ) na Terra é cerca de **9,8 m/s<sup>2</sup>**. Isso significa que a **velocidade do corpo aumenta 9,8 m/s a cada segundo de queda**.

No Skyfall, os passageiros experimentam por um instante essa sensação de "peso zero" ao iniciar a queda.

### EXEMPLO DO COTIDIANO

Imagine que você está segurando um lápis e, sem aplicar nenhuma força extra, apenas o solta no ar. O que acontece?

Ele cai diretamente ao chão, acelerando a cada instante. Esse movimento ocorre porque a **gravidade terrestre** puxa o objeto para baixo com uma força constante.

Essa mesma situação acontece com **qualquer objeto em queda livre** — seja uma bola, uma chave, ou até mesmo uma pessoa no brinquedo Skyfall.

A diferença está na altura e no tempo de queda, mas a **força que atua é sempre a mesma**: a **força peso** ( $P = m \times g$ ).

**DICA:** Use a fórmula  $h = 1/2 \cdot g \cdot t^2$  para estimar o tempo de queda. Considere  $g \approx 10 \text{ m/s}^2$  para facilitar os cálculos.

### PERGUNTAS

1. O que é aceleração da gravidade e como ela atua durante a queda do Skyfall?
2. Por que os ocupantes sentem uma sensação de “flutuar” ou de “frio na barriga” durante a queda?
3. Estime o tempo de queda livre a partir dos 60 metros de altura. Use a fórmula:  $h = 1/2 \cdot g \cdot t^2$
4. A velocidade dos ocupantes aumenta ou diminui durante a queda? Por quê?
5. No final da queda, o movimento é interrompido. Que força age para desacelerar o carrinho? Essa força é constante?

## 2. ENERGIA POTENCIAL E TRANSFORMAÇÃO DE ENERGIA

### CONTEXTO

Quando o carrinho sobe até 60 metros, **acumula energia potencial gravitacional (EP)**:

$$EP = m \cdot g \cdot h$$

Durante a queda, essa energia é transformada em **energia cinética (EC)**:

$$EC = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Ao final da queda, parte da energia também se dissipa como **calor (freio)**, **som (impacto)** e **vibração (estrutura)**.

### EXEMPLO DO COTIDIANO

Imagine que você está segurando uma bola acima da sua cabeça. Nesse instante, mesmo parada, ela possui uma quantidade significativa de **energia potencial gravitacional**, pois está em uma posição elevada em relação ao chão.

Agora, ao soltá-la, essa energia armazenada começa a se **transformar em energia cinética**, ou seja, energia de movimento. Quanto mais a bola desce, mais rápida ela fica — e menos energia potencial ela possui. Isso acontece porque a altura vai diminuindo e, ao mesmo tempo, a velocidade aumenta.

No instante em que a bola toca o solo, quase toda a energia potencial foi convertida em energia cinética. Parte dela pode ainda ser dissipada em outras formas, como **som** (o barulho do impacto), **calor** (devido ao atrito com o ar) ou **deformação** (se a bola for macia, por exemplo).

**DICA:** Lembre-se que a energia nunca "desaparece" — ela **se transforma**. Pense no som do impacto ou no calor gerado pelos freios.

### PERGUNTAS

1. Em que momento do trajeto o carrinho possui mais energia potencial? E mais energia cinética?
2. Qual é a fórmula da energia potencial gravitacional? E da energia cinética?
3. Toda a energia potencial se transforma em energia cinética durante a queda? Justifique.
4. Quais formas de energia aparecem ao final da queda, quando o carrinho desacelera?
5. Que fatores impedem que toda a energia seja conservada como movimento?

### 3. SEGURANÇA, FORÇAS E SENSações

#### CONTEXTO

Durante a descida rápida, o corpo humano sente forças incomuns:

- Quando o carrinho desacelera, surge uma força contrária ao movimento (força normal do assento).
- O cinto e o encosto aplicam uma força que evita que os corpos sejam lançados para cima.

Esse efeito é semelhante ao que ocorre com astronautas em microgravidade ou passageiros de avião durante turbulências.

#### EXEMPLO DO COTIDIANO

Imagine que você está sentado em um ônibus em movimento. De repente, o motorista aciona o freio bruscamente. Mesmo que você esteja sentado, seu corpo tende a continuar seguindo para frente, como se quisesse “sair do lugar”. Esse fenômeno acontece por causa da **inércia**, um princípio fundamental da Física descrito na **Primeira Lei de Newton**: *“um corpo tende a permanecer em repouso ou em movimento uniforme a menos que uma força externa atue sobre ele.”*

Ou seja, enquanto o ônibus freia, o seu corpo, que estava em movimento, **tende a continuar se movendo** — a menos que algo o impeça. É exatamente por isso que usamos **cintos de segurança** nos carros (e também em brinquedos como o Skyfall). Eles **impedem que nosso corpo seja projetado para frente**, protegendo-nos de impactos e quedas.

**DICA:** Reflita sobre como seu corpo reage quando o ônibus ou o elevador para de repente. O que impede que você se mova bruscamente?

#### PERGUNTAS

1. O que acontece com o corpo dos ocupantes no momento da desaceleração brusca?
2. Por que os cintos de segurança são essenciais nesse tipo de brinquedo?
3. Você se sente mais leve ou mais pesado durante a descida? E durante a parada? Por quê?
4. Cite outros exemplos em que o corpo humano sente forças semelhantes no cotidiano.
5. O que torna o Skyfall seguro mesmo com velocidades e forças tão grandes?

#### 4. GRÁFICO TEMPO × VELOCIDADE

##### DESAFIO EXTRA

Com base na sua observação ou nos vídeos, **esboce um gráfico de velocidade (eixo y) por tempo (eixo x)** para o percurso de queda.

##### EXEMPLO DO COTIDIANO

Imagine um ciclista descendo uma ladeira. No início, ele começa com pouca velocidade, mas, à medida que desce, vai ganhando cada vez mais velocidade, devido à ação da gravidade. Nesse trecho, se você fizesse um gráfico da **velocidade em função do tempo**, veria uma **curva crescente** — a velocidade aumenta com o passar do tempo.

Agora, suponha que, mais à frente, o ciclista avista um cruzamento movimentado e começa a **frear gradualmente**. Sua velocidade começa a diminuir até que ele finalmente pare completamente antes de atravessar. Nesse segundo trecho, o gráfico apresentaria uma **curva decrescente**, mostrando que a velocidade foi reduzida até chegar a zero.

Esse gráfico completo — com uma curva que **sobe e depois desce** — representa muito bem situações reais de aceleração e desaceleração, e é semelhante ao que ocorre no Skyfall: primeiro o carrinho ganha velocidade rapidamente durante a queda (aceleração), depois sofre uma desaceleração intensa até parar com segurança.

##### PERGUNTAS

- O que acontece com a velocidade ao longo do tempo? E na hora do freio?
- Muitos participantes relatam uma “sensação no estômago” ao despencar do Skyfall. Com base em seus conhecimentos de física, como você explicaria essa sensação em termos das forças que atuam no corpo humano durante a descida? Que relação isso tem com o movimento relativo e com a ausência momentânea de sustentação?
- Suponha que não haja resistência do ar e que a descida seja feita em queda livre. Se a altura é de 60 metros, quanto tempo levaria, aproximadamente, para um participante atingir o solo e qual seria a velocidade ao final da queda? Qual equação do movimento você usaria para resolver esse problema?



## QUESTIONÁRIO DE FÍSICA – RODA-GIGANTE

### EXPERIMENTO SUGERIDO: OBSERVANDO O MOVIMENTO CIRCULAR



Durante uma volta completa na roda-gigante, procure analisar cuidadosamente os seguintes aspectos:

- **Posição da cabine:** Observe o comportamento da cabine nos diferentes pontos da trajetória — especialmente no topo, nas laterais e na parte inferior do giro.
- **Sensações físicas:** Repare nas sensações no seu corpo ou no corpo dos passageiros. Em quais momentos você se sente mais leve ou mais pressionado contra o assento? Como o corpo reage à subida e à descida?
- **Velocidade e direção:** Tente perceber se o movimento ocorre de forma constante ou se há aceleração e desaceleração, como durante o início do giro ou na aproximação da parada.
- **Registro visual:** Se possível, filme o movimento de lado, mostrando uma volta completa da roda. Isso facilitará a análise posterior e permitirá estudar melhor a velocidade, o tempo e o padrão do movimento.
- **Cronometragem:** Utilize um cronômetro ou o temporizador do celular para medir quanto tempo leva uma volta completa. Você também pode cronometrar apenas a subida ou a descida, comparando os tempos e a suavidade do movimento.

**Dica:** Preste atenção tanto aos movimentos da estrutura quanto às reações das pessoas dentro da cabine — isso vai enriquecer suas respostas e ampliar sua percepção sobre como as forças atuam no corpo humano em um movimento circular.

## 1. MOVIMENTO CIRCULAR UNIFORME – POSIÇÃO E VELOCIDADE

### CONTEXTO

O movimento da roda-gigante é **circular**, e muitas vezes **uniforme** (mesma velocidade). Mesmo sem mudar a velocidade escalar, a direção do movimento muda o tempo todo. Por isso, existe uma **aceleração centrípeta** (voltada para o centro) que atua constantemente sobre a cabine e os ocupantes.

### EXEMPLO DO COTIDIANO

Pense em um carro trafegando por uma rotatória ou realizando uma curva suave e constante em uma estrada. Mesmo que o motorista mantenha o velocímetro marcando a mesma velocidade, o carro está **mudando constantemente de direção**, e por isso está **acelerando** — não no sentido de "ficar mais rápido", mas no sentido físico de **mudar o vetor velocidade**.

Essa aceleração, chamada de **aceleração centrípeta**, aponta sempre para o centro da curva. É exatamente essa força que mantém o carro na trajetória curva, impedindo que ele siga em linha reta, como a inércia tentaria impor.

**DICA:** Velocidade constante **não significa** ausência de aceleração em trajetórias curvas!

### PERGUNTAS

1. A roda-gigante gira em movimento circular. Esse movimento é uniforme ou varia?
2. Se a velocidade da cabine for constante em módulo, por que dizemos que há aceleração?
3. Qual é o papel da força centrípeta nesse movimento? Para onde ela aponta?
4. Como o corpo humano sente essa força ao girar? Há alguma diferença na sensação entre o topo e a base da volta?
5. Em que situações cotidianas você já sentiu algo parecido com o que ocorre na roda-gigante?

## 2. FORÇAS ENVOLVIDAS – PESO, NORMAL E SENSações

### CONTEXTO

Durante o giro, o corpo do passageiro sofre a ação de:

- **Peso (P):** força para baixo, constante.
- **Força normal (N):** força que o assento exerce, pode variar ao longo da volta.

No topo da roda, essas forças se combinam de forma diferente do que acontece na base. Isso altera a sensação de peso — às vezes parece que você está mais leve, ou mais pesado.

### EXEMPLO DO COTIDIANO

Você já sentiu aquele “frio na barriga” ao passar rapidamente por uma **lombada** ou ao descer uma **montanha-russa**? Essa sensação não é apenas uma reação emocional — ela tem explicações na **física do movimento**.

Quando um carro passa por uma lombada em alta velocidade ou quando o carrinho de uma montanha-russa inicia uma descida repentina, ocorre uma mudança rápida na **força normal** que o solo (ou o assento) exerce sobre o seu corpo. Essa força é o que normalmente sentimos como nosso “**peso aparente**” — a pressão do assento sobre nós.

**DICA:** No topo da roda-gigante, você pode se sentir mais leve. Na base, mais pressionado contra o assento.

### PERGUNTAS

1. Quais forças atuam sobre o corpo do passageiro dentro da roda-gigante?
2. O que muda nessas forças quando a cabine está no topo em comparação com a base?
3. Por que sentimos variações de “peso aparente” durante o movimento?
4. Como podemos representar essas forças com setas (vetores) em cada ponto da volta?
5. Que situações do dia a dia produzem sensações semelhantes?

### 3. ENERGIA MECÂNICA – POTENCIAL E CINÉTICA

#### CONTEXTO

Durante a volta na roda-gigante, a cabine sobe e desce. Isso significa que a **energia potencial gravitacional** varia:

- No topo → maior EP.
- Na base → menor EP.

Se o giro for suave e constante, a energia cinética muda pouco. Mas em rotações mais rápidas, há conversão entre EP e EC.

#### EXEMPLO DO COTIDIANO

Imagine que você está andando de bicicleta por uma rua inclinada. Ao começar a **subir uma ladeira**, é necessário fazer mais força para pedalar. Seu corpo sente o esforço porque, à medida que você ganha altura, está **acumulando energia potencial gravitacional (EP)**. Mesmo que a bicicleta esteja andando devagar, o fato de estar subindo contra a gravidade significa que você está “guardando” energia na forma de altura.

Agora, ao chegar no topo e começar a **descer a ladeira**, você pode parar de pedalar e apenas deixar a gravidade agir. O que acontece? A bicicleta começa a acelerar sozinha. Isso ocorre porque a energia potencial que foi acumulada durante a subida começa a se **transformar em energia cinética (EC)** — a energia associada à velocidade.

**DICA:** A altura influencia diretamente a energia potencial. Quanto mais alto, mais energia acumulada.

#### PERGUNTAS:

1. O que é energia potencial gravitacional? Quando ela é maior na roda-gigante?
2. A energia cinética do movimento varia muito durante a volta? Explique.
3. Como a energia mecânica total se conserva nesse movimento?
4. O que acontece com a energia se o sistema usar freios para parar a cabine?
5. Cite outro exemplo em que a energia potencial se transforma em energia cinética.

#### 4. SEGURANÇA E APLICAÇÕES DO MOVIMENTO CIRCULAR

##### CONTEXTO

A segurança da roda-gigante depende de compreender o movimento circular. Engenheiros avaliam:

- Velocidade adequada para evitar acelerações excessivas.
- Forças sobre os assentos e eixos.
- Sistemas de freio e travamento.

##### EXEMPLO DO COTIDIANO

Em um carro em movimento, quando ocorre uma **freada repentina** ou uma **colisão**, o corpo dos ocupantes tende a continuar em movimento, mesmo que o veículo tenha parado. Isso acontece devido à **inércia**, um princípio da Primeira Lei de Newton, que afirma que *“todo corpo tende a manter seu estado de repouso ou de movimento retilíneo uniforme, a menos que uma força externa atue sobre ele.”*

É justamente por isso que usamos **cintos de segurança**: eles impedem que o corpo continue se movendo livremente, protegendo-nos de choques contra o painel, para-brisa ou outros objetos no interior do veículo. O cinto **distribui a força de desaceleração pelo corpo**, reduzindo os riscos de lesões.

**DICA:** A força centrípeta é essencial para manter os corpos girando com a cabine. Ela vem da estrutura da roda, não da gravidade.

##### PERGUNTAS

1. Por que a estrutura da roda-gigante deve ser bem balanceada?
2. Como a força centrípeta garante que os passageiros acompanhem o giro da cabine?
3. O que aconteceria se a velocidade da roda aumentasse demais?
4. Como o sistema de segurança protege os passageiros de quedas e de forças excessivas?
5. Que aprendizados da física são aplicados para manter esse brinquedo seguro?

## **5. DESAFIO EXTRA – GRÁFICO ALTURA × TEMPO**

*Desafio:* Observe ou imagine o movimento da cabine e **desenhe um gráfico da altura (eixo Y) em função do tempo (eixo X)** para uma volta completa.

**EXEMPLO DO COTIDIANO:** Um gráfico parecido surge quando um elevador sobe, para, e depois desce lentamente.

**DICA:** A curva do gráfico é parecida com uma onda (movimento harmônico). A altura sobe e desce com regularidade.

### **PERGUNTAS:**

1. Como seria o formato do gráfico altura × tempo? Por que ele não é uma reta?
2. Em que pontos a altura muda mais rapidamente? E onde ela se mantém quase constante?
3. O que o gráfico revela sobre a velocidade da cabine?
4. Se a roda girasse com aceleração constante, como o gráfico mudaria?
5. Quais variáveis você poderia medir diretamente no experimento?





## **INTRODUÇÃO**

Antes de iniciar os questionamentos, é fundamental que você observe atentamente o funcionamento do brinquedo *Tapete Mágico*. Preste atenção nos seguintes aspectos:

- O movimento de oscilação e rotação do tapete, inicialmente semelhante a um pêndulo e em seguida passa a rotacionar.
- A variação de velocidade nos extremos e no ponto mais baixo do movimento.
- A sensação corporal dos ocupantes (peso, leveza, pressão contra o assento).
- Os sons, vibrações e reações dos participantes durante o ciclo completo.

Se possível, registre um vídeo do movimento do brinquedo para posterior análise. Isso ajudará na construção de gráficos, cálculos e comparações com modelos físicos.

## 1. PESO E FORÇA NORMAL

### CONTEXTO

Quando estamos parados, sentimos nosso peso como uma força constante para baixo. No entanto, em um sistema em movimento, como o Tapete Mágico, essa sensação muda constantemente devido à variação da força normal — a força de reação que o assento exerce sobre nosso corpo.

Nos pontos mais altos do movimento, o tapete está desacelerando ou acelerando para mudar de direção. No ponto mais baixo, ele atinge sua velocidade máxima, e o corpo dos ocupantes sente uma pressão maior contra o assento.

### EXEMPLO DO COTIDIANO

Você já sentiu o corpo sendo "empurrado" contra o banco em um carro que passa rápido por uma lombada? Ou sentiu-se mais leve no alto de uma montanha-russa? Essas sensações são causadas pela variação da força normal, não pela mudança real do seu peso.

### DICA

Marque 4 pontos característicos na trajetória do Tapete Mágico (ex: extremos superior esquerdo e direito, ponto mais baixo e ponto médio em subida/descida). Desenhe vetores da velocidade e da força nesses pontos.

### PERGUNTAS

1. Como se comporta a força normal em comparação com o peso nos pontos altos e no ponto mais baixo do movimento?
2. Em qual ponto do trajeto a sensação de “peso” é maior? E onde ela é menor?
3. Como o movimento do Tapete Mágico influencia o que sentimos como leveza ou pressão?
4. Em algum ponto, a força normal pode ser nula? O que isso representaria fisicamente?

## **2. QUEDA LIVRE**

### **CONTEXTO**

Queda livre ocorre quando a única força atuando sobre um corpo é o peso, sem resistência do ar ou contato com outras superfícies. No Tapete Mágico, embora o movimento pareça abrupto em alguns pontos, ele é sempre guiado por uma estrutura e por forças de contato.

### **EXEMPLO**

Imagine soltar uma moeda do alto. Ela cai livremente, acelerada apenas pela gravidade. No Tapete Mágico, isso não ocorre exatamente, mas a sensação de leveza pode se assemelhar a uma queda livre em certos momentos.

### **PERGUNTAS**

1. Durante o trajeto, o corpo está em queda livre em algum instante? Justifique com base nas forças envolvidas.
2. O que diferencia a sensação de queda livre da realidade do movimento no Tapete Mágico?

### 3. MOVIMENTO CIRCULAR

#### CONTEXTO

O Tapete Mágico, no início de seu funcionamento, realiza um movimento oscilatório semelhante a uma parte de uma circunferência. Em movimento circular, surgem forças centrípetas que mantêm o corpo na trajetória curva. A velocidade do tapete varia, sendo maior no ponto mais baixo e menor nos extremos.

#### EXEMPLO DO COTIDIANO

Pense em um pêndulo gigante ou em um brinquedo que balança. Quando passa pelo ponto mais baixo, o corpo está mais rápido; quando atinge os extremos, a velocidade se aproxima de zero, antes de inverter o sentido.

#### DICA

Use um cronômetro (ou o vídeo) para calcular o **período**: o tempo de uma oscilação completa (ida e volta). Com o raio da trajetória (distância da haste ao centro do tapete), calcule a **velocidade linear**:

$$v=2\pi R/T$$

#### PERGUNTAS

1. O movimento do Tapete Mágico é uniforme ou varia ao longo do tempo? Por quê?
2. Durante os primeiros minutos de movimento, meça ou estime a partir da observação o período de oscilação do tapete.
3. Meça o movimento do tapete a partir do instante que ele começa a executar rotações completas. Sabendo o comprimento da haste que conecta o tapete ao eixo, qual a velocidade linear do movimento?
4. Quais forças atuam no corpo dos ocupantes ao longo do trajeto circular?

## 4. ENERGIA MECÂNICA

### CONTEXTO

Durante o movimento do Tapete Mágico, há transformação entre **energia potencial gravitacional (EP)** e **energia cinética (EC)**. Nos extremos, o tapete está mais alto (EP máxima, EC  $\approx 0$ ); no ponto mais baixo, a velocidade é máxima (EC máxima, EP mínima).

### FÓRMULAS

- Energia Potencial:  $EP = m \cdot g \cdot h$
- Energia Cinética:  $EC = 1/2 m \cdot v^2$
- Energia Mecânica Total:  $EM = EP + EC$

### DICA

Escolha os mesmos 4 pontos da primeira atividade e estime alturas e velocidades relativas. Use esses valores para calcular e comparar a energia mecânica total.

### PERGUNTAS

1. Em qual ponto o tapete possui maior energia potencial? E energia cinética?
2. A energia mecânica total (EP + EC) permanece constante? Justifique com base em suas observações.
3. Que fatores poderiam levar à perda de energia no sistema?
4. Podemos considerar o movimento do tapete como um exemplo de conservação de energia? Em que condições isso é válido?