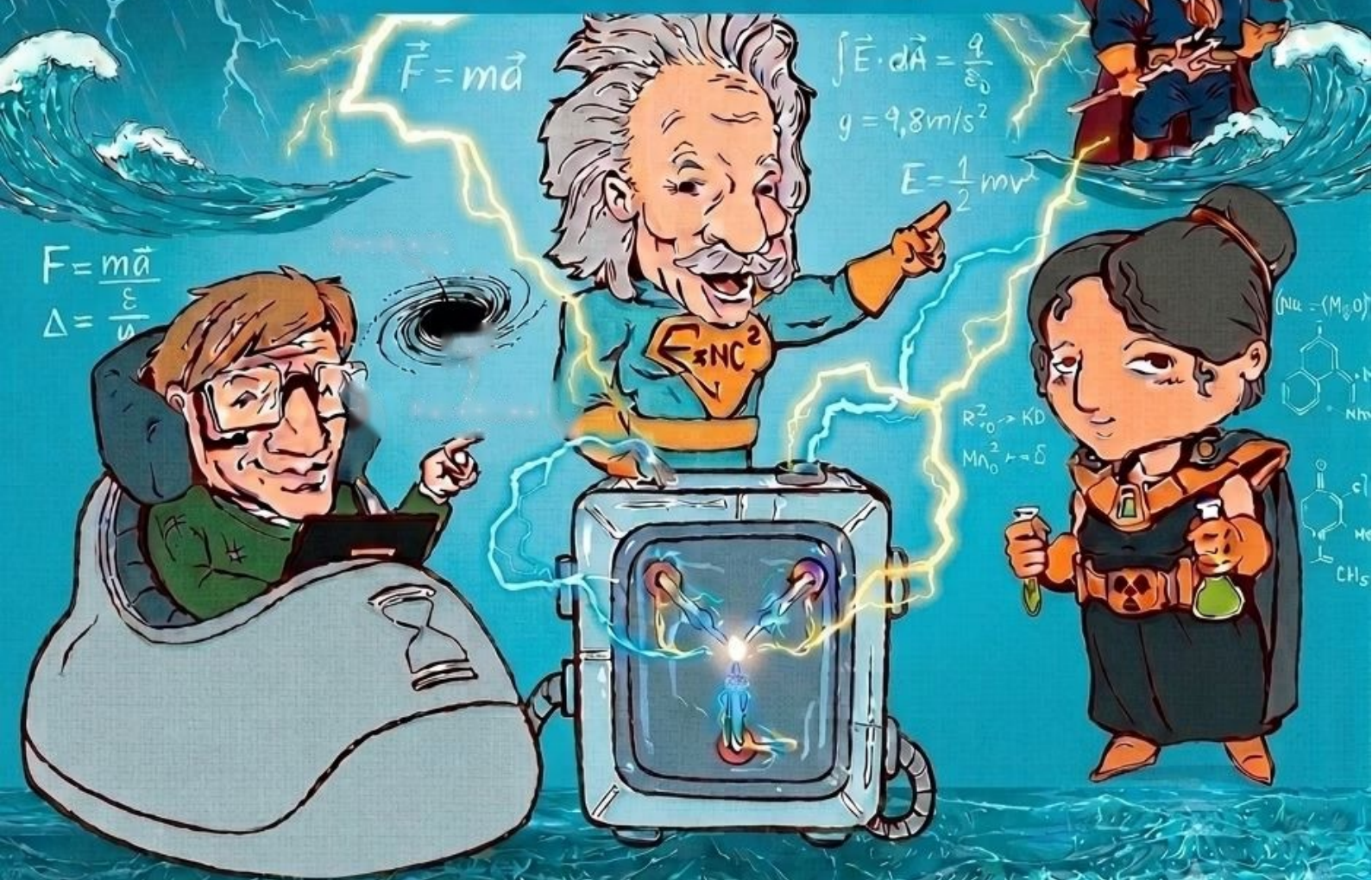


GUIA DE ATIVIDADES A FÍSICA E OS SUPER-HERÓIS VOL. 2

RONEI
COELHO

A CIÊNCIA EXPLICA AS HABILIDADES DOS PERSONAGENS
MAIS PODEROSOS DOS QUADRINHOS



1º ANO DO ENSINO MÉDIO



Guia de Atividades — 1º Ano Ensino Médio: Física e Super-Heróis (Volume 2)

Este guia reúne 8 aulas que conectam os conteúdos de Física do Primeiro Ano Ensino Médio a super-heróis conhecidos, usando analogias do universo pop para facilitar a compreensão de conceitos abstratos. Cada aula traz objetivos, desenvolvimento sugerido, dicas práticas e atividades avaliativas. **Livro Base: *A Física e os Super-Heróis, Vol. 2* (Ronei Coelho).**



🪐 1º Bimestre

Cinemática

- Aula 01: O perigo do resgate em queda (Superman)
- Aula 02: A física do pouso do Batman



⚡ 2º Bimestre

Dinâmica

- Aula 03: A inércia e a massa do Hulk
- Aula 04: Força e a Lei do Quadrado-Cubo (Homem-Formiga)



🔋 3º Bimestre

Energia

- Aula 05: A física do voo e sustentação (Batman/Superman)
- Aula 06: Trabalho e Energia nos supersaltos do Hulk



💥 4º Bimestre

Quantidade de Movimento

- Aula 07: Colisões e impacto na frenagem (Superman)
- Aula 08: Transferência de movimento no resgate (Batman)

Aula 01: O Perigo do Resgate em Queda — Superman



Livro Base

Capítulo 1 — Superman.



Tópico Específico

1.3. Resgatar pessoas durante a queda seria um salvamento?



Conteúdo Trabalhado:

Cinemática; Queda Livre; Velocidade; Aceleração da Gravidade; Referencial.



BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar movimentos para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e hipotéticas.



Objetivos

1. Compreender o conceito de queda livre e aceleração da gravidade.
2. Analisar por que resgatar alguém em queda livre pode ser fatal se feito de forma brusca.
3. Discutir o conceito de referencial e velocidade relativa no contexto do resgate.



Desenvolvimento — Aula 01

01



Abertura Cinematográfica

O professor deve iniciar perguntando: *"Se o Superman voasse e pegasse uma pessoa em queda livre, ela estaria salva?"*

Explique que a resposta depende de como o resgate é feito.



Conceituação

Use o tópico 1.3 do livro para explicar que tanto a pessoa quanto o Superman (se voando na mesma velocidade) estão em queda livre. O resgate brusco gera uma desaceleração enorme.



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador **"Movimento em 2D"**. Selecione o modo "Queda Livre". Observe a aceleração constante de $9,8 \text{ m/s}^2$. Questione: *"Se o Superman parar a pessoa em 0,1 segundo, qual seria a força sobre o corpo dela?"*

04



Experimento de Baixo Custo: "A Queda do Papel"

Solte uma folha de papel amassada e uma aberta ao mesmo tempo. Discuta por que caem em tempos diferentes e relacione com a resistência do ar no resgate.



 **Dica para o Professor:** O erro mais comum dos alunos é achar que "pegar" alguém em queda já é suficiente para salvá-lo. Esclareça que a força de impacto depende da desaceleração. Um resgate brusco pode gerar forças letais, mesmo que a pessoa não toque o chão.

Atividades — Aula 01

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 1.3, por que a velocidade não é um "conceito absoluto" e como o referencial muda a percepção do resgate do Superman?

2. Conceitual

O livro menciona que tanto a pessoa em queda quanto o Superman (voando na mesma velocidade) estão em "queda livre". O que isso significa fisicamente?

3. Matemática Simples

Uma pessoa cai de um prédio e após 3 segundos atinge uma velocidade de 30 m/s ($g=10 \text{ m/s}^2$). Se o Superman a pega e para em 0,5 segundo, qual a desaceleração sofrida? (Use $a=\Delta v/\Delta t$)

4. Simulador

No simulador PhET de queda livre, o que acontece com a velocidade de queda quando dobramos a massa do objeto? Relacione isso com o resgate do Superman.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Airbags em carros funcionam aumentando o tempo de parada em colisões. Como esse princípio se relaciona com a forma correta de o Superman resgatar alguém em queda?

6. Debate

Se o Superman voasse na mesma velocidade da pessoa em queda e a segurasse suavemente, desacelerando juntos, o resgate seria seguro? Justifique com o conceito de força de impacto.



Aula 02: A Física do Pouso do Batman — Desaceleração e Impacto

Livro Base

Capítulo 4 — Batman.

Tópico Específico

4.3. Problemas durante o pouso; 4.4. Braços fortes na desaceleração.

Conteúdo Trabalhado:

Cinemática (II); Queda Livre; Desaceleração; Força de Impacto; Impulso.

BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento.

Objetivos

1. Calcular a velocidade de impacto após uma queda livre de determinada altura.
2. Compreender como a desaceleração controlada reduz a força de impacto no pouso.
3. Analisar a necessidade de "braços excepcionalmente desenvolvidos" para o Batman pousar com segurança.

Desenvolvimento — Aula 02

01

Provocação Inicial

O professor deve perguntar: "Se o Batman pula de um prédio e abre a capa, ele pousa suavemente como um pássaro ou com impacto violento?" Use o tópico 4.3 para contextualizar.

02

O Problema do Pouso

Use o tópico 4.3 do livro para explicar que a capa do Batman funciona como um planador, reduzindo a velocidade vertical. Mas ainda há impacto ao tocar o chão.

03

A Física dos Braços

Explique o tópico 4.4: ao pousar, o Batman usa os braços para aumentar o tempo de desaceleração, reduzindo a força de impacto. Quanto maior o tempo de parada, menor a força.

04

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Força e Movimento: Noções Básicas". Roteiro de Cliques: Marque "Soma das Forças" e "Aceleração". Simule uma parada brusca vs. gradual e compare as forças resultantes.

05

Experimento de Baixo Custo: "O Ovo e a Esponja"

Deixe cair um ovo sobre uma superfície dura e outro sobre uma esponja. O tempo de parada maior (esponja) reduz a força de impacto — é o princípio dos braços do Batman.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos acharem que a capa do Batman "elimina" o impacto. O especialista adverte: a capa reduz a velocidade de queda, mas o impacto final ainda existe. São os braços e joelhos flexionados que aumentam o tempo de parada e salvam o herói.

Atividades — Aula 02

1. Interpretativa

Segundo o tópico 4.3, por que o Batman precisa de "braços excepcionalmente desenvolvidos" para pousar com segurança usando sua capa?

2. Cálculo de Velocidade

Bruce Wayne pula do prédio e cai por 3 segundos em queda livre antes de abrir a capa. Considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, qual a velocidade atingida? (Use $v = g \cdot t$)

3. Conceitual

Se o Batman dobrar o tempo de desaceleração ao pousar (flexionando mais os joelhos), o que acontece com a força de impacto sobre seu corpo? Justifique.

4. Simulador

No PhET "Força e Movimento", compare a aceleração de parada de um objeto que para em 0,1s versus 1s com a mesma velocidade inicial. O que isso revela sobre o pouso do Batman?

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Capacetes de ciclismo e colchões de ginástica usam materiais que aumentam o tempo de impacto. Como essa tecnologia se relaciona com a técnica de pouso do Batman?

6. Debate

Se o Batman pesasse o dobro (com armadura mais pesada), ele precisaria de braços ainda mais fortes para pousar com segurança? Justifique usando $F = m \cdot a$.



♥ Aula 03: A Inércia e a Massa do Hulk — De onde vem sua força?



Livro Base

Capítulo 2 — O Incrível Hulk.



Tópico Específico

2.3. De onde vem sua massa?



Conteúdo Trabalhado:

Dinâmica (I); Inércia; Massa; Leis de Newton; Equivalência Massa-Energia ($E=mc^2$).



BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento.



Objetivos

1. Compreender o conceito de inércia como resistência à mudança de movimento.
2. Relacionar a massa do Hulk com a dificuldade de pará-lo ou acelerá-lo.
3. Analisar como a fórmula $E=mc^2$ explica o "brotamento" de músculos do Hulk ao se transformar.



Desenvolvimento — Aula 03

01



Abertura Cinematográfica

O professor deve perguntar: "Se o Hulk está correndo em sua direção, o que seria mais difícil: fazê-lo parar ou fazê-lo mudar de direção?"
Explique que ambos dependem da inércia.

02



Conceituação

Use o tópico 2.3 do livro para explicar que a massa do Hulk (estimada em toneladas) gera uma inércia enorme. Apresente a 1ª Lei de Newton: um corpo em movimento tende a permanecer em movimento.

03



A Física da Transformação

Explique como a fórmula $E=mc^2$ do Einstein justifica o Hulk "brotar" músculos: a energia liberada pela raiva se converte em massa muscular extra.

04



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Força e Movimento: Noções Básicas". **Roteiro de Cliques:**

1. Aumente a massa do objeto para o máximo.
2. Aplique a mesma força e compare a aceleração com um objeto leve.
3. Questione: "Por que é tão difícil parar o Hulk?"



Dica para o Professor: O erro mais comum é os alunos confundirem massa com peso. Reforce que a massa do Hulk é a mesma na Terra e na Lua — o que muda é o peso. A inércia (resistência ao movimento) depende apenas da massa, não da gravidade.

Atividades — Aula 03

1. Interpretativa

De acordo com o livro, como a famosa fórmula de Einstein, $E=mc^2$, explica o fato de o Hulk "brotar" músculos e ganhar massa ao se transformar?

2. Conceitual

Se o Hulk tem uma massa enorme, por que é tão difícil fazê-lo parar quando está em movimento? Use o conceito de **inércia** para justificar.

3. Matemática Simples

Se o Hulk tem massa de 635 kg e está correndo a 10 m/s, qual a força necessária para pará-lo em 2 segundos? Use $F=m \cdot a$ e $a=\Delta v/\Delta t$.

4. Simulador

No PhET "**Força e Movimento**", o que acontece com a aceleração quando você dobra a massa do objeto mantendo a mesma força? Relacione isso com a dificuldade de mover o Hulk.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Veículos pesados como caminhões precisam de freios muito mais potentes que carros. Como o conceito de **inércia** do Hulk explica essa necessidade?

6. Debate

Se o Hulk ficasse com raiva na Lua (onde a gravidade é 6 vezes menor), sua **inércia** seria a mesma que na Terra? E seu **peso**? Discuta a diferença entre massa e peso.



Aula 04: Força e a Lei do Quadrado-Cubo — Homem-Formiga e Hulk

Livro Base

Capítulo 3 — Homem-Formiga
/ Capítulo 2 — Hulk.

Tópico Específico

3.3. Força proporcional ao tamanho; 2.4. A lei do quadrado-cubo.

Conteúdo Trabalhado:

- Dinâmica (II)
- Lei do Quadrado-Cubo
- Força Proporcional
- Escalonamento de Forças
- 2ª Lei de Newton

BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento.

Objetivos

1. Compreender a Lei do Quadrado-Cubo e como ela limita o tamanho dos seres vivos.
2. Analisar por que o Homem-Formiga, ao encolher, mantém sua força proporcional ao tamanho original.
3. Relacionar o crescimento do Hulk com os problemas estruturais impostos pela Lei do Quadrado-Cubo.

Desenvolvimento — Aula 04

01

Provocação Inicial

O professor deve perguntar: "Se o Homem-Formiga encolhe para o tamanho de uma formiga, ele fica tão fraco quanto uma? Ou mantém a força de um humano?" Use o Quadro 2.2 do livro.

02

A Lei do Quadrado-Cubo

Explique que quando dobramos o tamanho de um ser, sua área (força muscular) cresce ao quadrado, mas seu volume (peso) cresce ao cubo. Isso limita o tamanho máximo dos animais.

03

O Caso do Homem-Formiga

Use o tópico 3.3 para mostrar que Scott Lang, ao encolher, mantém a densidade muscular humana num volume menor — por isso é proporcionalmente muito mais forte que uma formiga real.

04

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "**Escala: Introdução**". **Roteiro de Cliques:** Aumente o tamanho de um objeto e observe como área e volume crescem em proporções diferentes. Questionar: "Se o Hulk dobrar de tamanho, seus ossos conseguem suportar o peso extra?"

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos acharem que um ser gigante seria proporcionalmente mais forte. O especialista adverte: a Lei do Quadrado-Cubo mostra o contrário — quanto maior o ser, mais fraco proporcionalmente, pois o peso cresce mais rápido que a força muscular. É por isso que elefantes têm pernas tão grossas.

Atividades — Aula 04

1
2
3
4

1. Lei do Quadrado-Cubo

Segundo o Quadro 2.2 do livro, se dobrarmos o lado de um cubo de 10 cm para 20 cm, o que acontece com sua Área e com seu Volume? Calcule e compare os crescimentos.



2. Interpretativa

Por que o Homem-Formiga, ao encolher para o tamanho de uma formiga, é proporcionalmente muito mais forte do que uma formiga real? Use o conceito de densidade muscular.

3. Conceitual

Se o Hulk continuar crescendo indefinidamente, em algum momento seus ossos não conseguirão mais suportar seu próprio peso. Por que isso acontece segundo a Lei do Quadrado-Cubo?



4. Análise Comparativa

Compare a situação do Homem-Formiga (encolhendo) com a do Hulk (crescendo) em relação à Lei do Quadrado-Cubo. Quem tem vantagem física e por quê?



5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Insetos conseguem carregar muitas vezes seu próprio peso. Como a Lei do Quadrado-Cubo explica por que humanos não conseguem fazer o mesmo proporcionalmente?



6. Debate

Se o Homem-Formiga crescesse para o tamanho de um prédio (como no filme), ele conseguiria se mover normalmente? Justifique com base na Lei do Quadrado-Cubo.

Aula 05: A Física do Voo — Superman e Batman

Livro Base

Capítulo 1 — Superman /
Capítulo 4 — Batman.

Tópico Específico

1.2. A capacidade de voar; 4.5.
A física do voo.

Conteúdo Trabalhado:

Energia (I); Trabalho;
Sustentação Aerodinâmica;
Princípio de Bernoulli; Força
de Arrasto.

BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e
representar transformações e
conservações em sistemas que
envolvam quantidade de
matéria, de energia e de
movimento.

Objetivos

1. Compreender o Princípio de Bernoulli e como a variação de velocidade do ar gera sustentação.
2. Analisar as diferenças entre o voo do Superman (sem asas) e o planador do Batman (com capa).
3. Relacionar o trabalho realizado contra a gravidade com a energia necessária para o voo.

Desenvolvimento — Aula 05

01

Provocação Acústica

O professor deve perguntar: "Se o Batman abre sua capa e plana, ele está voando ou caindo devagar?" Use o tópico 4.5 para contextualizar a diferença entre voo ativo e planagem.

02

Exploração do Livro

Utilize o tópico 1.2 para mostrar como o Superman desafia a física convencional do voo. Discuta o Princípio de Bernoulli: ar mais rápido = menor pressão = sustentação.

03

A Capa do Batman

Explique o tópico 4.5: a capa do Batman funciona como uma asa delta. A forma curva cria diferença de pressão entre a parte superior e inferior, gerando sustentação.

04

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Pressão de Fluidos e Fluxo".

Roteiro de Cliques: Observe como a velocidade do fluido muda a pressão. Questione: "Como isso explica a sustentação da capa do Batman?"

05

Experimento de Baixo Custo: "A Folha que Voa"

Segure uma folha de papel pela borda superior e sopre por cima dela. A folha sobe! Explique que o ar mais rápido acima cria menor pressão — é o Princípio de Bernoulli em ação.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos acharem que o Superman voa porque é "leve". O especialista adverte: o voo do Superman viola as leis da aerodinâmica convencional — ele precisaria de uma força propulsora interna. Já o Batman usa física real: planagem com sustentação aerodinâmica.

Atividades — Aula 05

1. Interpretativa (Bernoulli)

De acordo com o tópico 1.2, como a variação da velocidade do ar sobre a capa do Batman ou as asas de um avião cria a força de sustentação?

2. Conceitual

Qual a diferença física entre o voo do Superman e a planagem do Batman? Um deles usa o Princípio de Bernoulli de forma mais direta — qual e por quê?

3. Matemática Simples

Se o Batman (80 kg) plana com velocidade constante, a força de sustentação deve ser igual ao seu peso. Calcule o peso do Batman em Newtons ($P = m \cdot g$, $g = 10 \text{ m/s}^2$).

4. Simulador

No PhET "**Pressão de Fluidos**", o que acontece com a pressão quando aumentamos a velocidade do fluido? Relacione isso com a sustentação da capa do Batman.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Aviões comerciais usam o mesmo princípio de Bernoulli que a capa do Batman. Por que as asas dos aviões têm formato curvo na parte superior e mais plano na inferior?

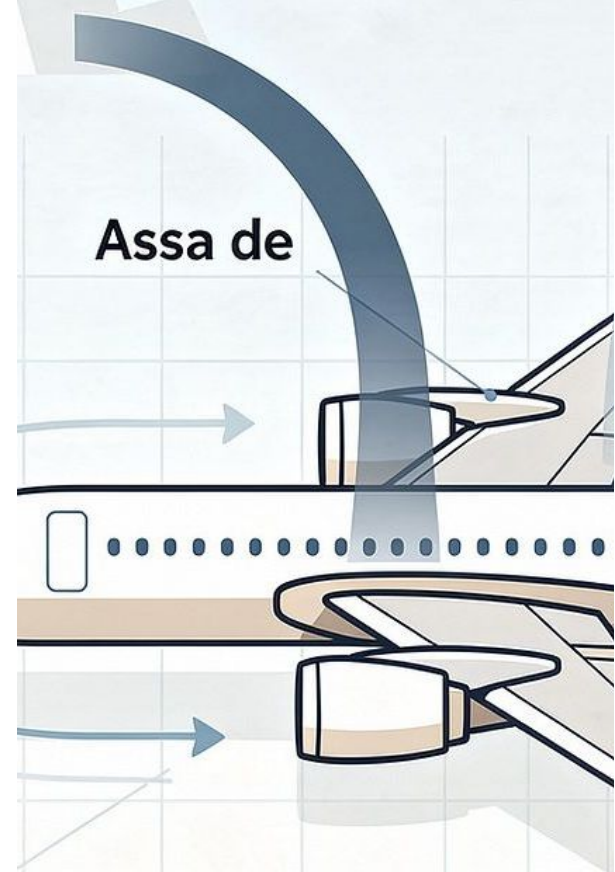
6. Debate

Se o Batman tentasse planar em Marte (atmosfera muito mais rarefeita), sua capa funcionaria da mesma forma? Justifique com base no Princípio de Bernoulli e na densidade do ar.

Força de sust

a de sustentação

Assa de



Aula 06: Trabalho e Energia nos Supersaltos do Hulk



Livro Base

Capítulo 2 — O Incrível Hulk.



Tópico Específico

2.5 Hulk Esmaga - A intensidade da força que consegue aplicar; 2.6 As palmadas sônicas



Conteúdo Trabalhado:

- Energia (II)
- Trabalho de uma Força
- Energia Cinética
- Energia Potencial Gravitacional
- Potência



BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento.



Objetivos

1. Compreender o conceito de Trabalho como transferência de energia ($W=F \cdot d$).
2. Identificar a conversão entre Energia Cinética e Energia Potencial Gravitacional durante o salto do Hulk.
3. Calcular a potência necessária para o Hulk realizar seus saltos em tempo recorde.



Desenvolvimento — Aula 06

01



Contextualização

O professor deve descrever a cena: o Hulk flexiona os joelhos e salta quilômetros de distância. Questione: *"De onde vem toda essa energia? E o que acontece com o chão onde ele pousa?"*

02



Explicação Teórica

Use o Quadro 2.6 do livro: o Hulk aplica uma força de 2.400.000 N ao flexionar os joelhos em 0,5 m. Apresente $W=F \cdot d$ e calcule o trabalho realizado no salto.

03



O Impacto do Pousar

Explique o tópico 2.6: ao pousar, toda a energia cinética do Hulk se converte em trabalho de deformação do solo. Calcule a pressão exercida considerando a área dos pés.

04



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "**Energia na Pista de Skate: Noções Básicas**". Roteiro de Cliques: Marque "Gráfico de Barras". Coloque o skatista no alto e observe a conversão entre energia potencial e cinética. Questione: *"O salto do Hulk é o inverso: energia cinética nas pernas vira potencial no ar."*



Dica para o Professor: O erro mais comum é os alunos acharem que "Trabalho" em física é o mesmo que esforço. Reforce: se o Hulk empurrar uma montanha e ela não se mover, o Trabalho Físico é zero, mesmo que ele se canse. Trabalho exige deslocamento na direção da força.

Atividades — Aula 06

1. Cálculo de Trabalho

Segundo o Quadro 2.6 do livro, o Hulk aplica uma força de **2.400.000 N** ao flexionar os joelhos em **0,5 m**. Calcule o Trabalho realizado nesse movimento.

$$W = F \cdot d$$

2. Interpretativa

De acordo com o tópico 2.5, de onde vem a energia para os supersaltos do Hulk? Como a raiva se converte em energia mecânica?

3. Energia Potencial

Se o Hulk (635 kg) salta e atinge uma altura de **500 metros**, qual sua Energia Potencial Gravitacional no ponto mais alto?

$$Ep = m \cdot g \cdot h, \text{ sendo } g = 10 \text{ m/s}^2$$

4. Simulador

No PhET "**Energia na Pista de Skate**", o que acontece com a barra de Energia Total enquanto o personagem se move? O que isso nos diz sobre a conservação de energia no salto do Hulk?

5. Análise Comparativa

Se o Hulk leva **0,5 segundo** para realizar o salto e o Superman leva **3,6 segundos** para o mesmo trabalho, quem tem maior Potência? Justifique.

$$P = W / t$$

6. Debate

Ao pousar, o Hulk cria crateras no chão. Se ele pousasse sobre uma superfície de borracha (que deforma mais), o impacto seria menor ou maior? Justifique com o conceito de **trabalho de deformação**.



Aula 07: Colisões e Impulso — Superman e a Frenagem

Livro Base

Capítulo 1 — Superman.

Tópico Específico

1.3. Resgatar pessoas durante a queda seria um salvamento?

Conteúdo Trabalhado:

Quantidade de Movimento; Impulso; Colisões; Conservação do Momento Linear; Teorema Impulso-Quantidade de Movimento.

BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento.

Objetivos

1. Compreender o conceito de quantidade de movimento (momento linear) e sua conservação.
2. Relacionar o impulso com a variação da quantidade de movimento em colisões e resgates.
3. Analisar como o tempo de colisão afeta a força de impacto em situações de frenagem.

Desenvolvimento — Aula 07

01

Abertura Cinematográfica

O professor deve iniciar com a cena: Superman voa em alta velocidade e freia bruscamente para salvar alguém. Questione: *"O que acontece com a quantidade de movimento do herói durante a frenagem?"*

02

Conceituação

Apresente a quantidade de movimento $p = m \cdot v$ e o Teorema Impulso-Quantidade de Movimento: $I = F \cdot \Delta t = \Delta p$. Explique que para mudar o momento, é necessário aplicar uma força por um tempo.

03

Colisões no Universo dos Heróis

Use exemplos do livro para classificar colisões: **elásticas** (Superman desviando projéteis) e **inelásticas** (Superman segurando um carro). Calcule o impulso em cada caso.

04

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "**Colisão em 1D**". Roteiro de Cliques: Selecione colisão elástica e inelástica. Observe a conservação do momento. Questione: *"Em qual tipo de colisão o Superman absorve mais energia?"*

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos confundirem impulso com força. Reforce: o impulso é o produto da força pelo tempo ($I = F \cdot \Delta t$). Por isso, uma força pequena aplicada por muito tempo pode gerar o mesmo impulso que uma força enorme aplicada por pouco tempo — é o princípio dos airbags.

Atividades — Aula 07

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 1.3, por que a velocidade não é um "conceito absoluto" e como o referencial muda a percepção do resgate do Superman?

2. Cálculo de Impulso

O Superman (100 kg) voa a 200 m/s e freia completamente em 2 segundos. Calcule: a) a quantidade de movimento inicial; b) o impulso necessário para parar; c) a força média de frenagem. ($p = m \cdot v$; $I = F \cdot \Delta t$)

3. Conceitual

Em uma colisão inelástica, o Superman segura um carro em movimento e ambos param juntos. O que acontece com a quantidade de movimento total do sistema antes e depois da colisão?

4. Análise Comparativa

Compare o impulso sofrido pelo Superman ao frear em 0,1s versus 2s com a mesma variação de velocidade. Em qual caso a força é maior? O que isso implica para a segurança?

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Airbags, capacetes e colchões de queda aumentam o tempo de colisão. Como o Teorema Impulso-Quantidade de Movimento explica por que isso salva vidas?

6. Debate

Se o Superman colidisse com um asteroide em alta velocidade, seria melhor ele frear gradualmente ou de forma brusca? Justifique usando os conceitos de impulso e força de impacto.



Aula 08: Transferência de Movimento no Resgate — Batman



Livro Base

Capítulo 4 — Batman.



Tópico Específico

4.4. Braços fortes na desaceleração.



Conteúdo Trabalhado:

- Impulso de Força
- Quantidade de Movimento
- Colisões
- Transferência de Momento
- Conservação do Momento Linear



BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento.



Objetivos

1. Aplicar o Teorema Impulso-Quantidade de Movimento em situações de resgate.
2. Analisar a transferência de momento entre o Batman e a pessoa resgatada.
3. Compreender como o tempo de interação afeta a força exercida durante o resgate.



Desenvolvimento — Aula 08

01



Contextualização

O professor deve descrever a cena: Batman usa seus braços para segurar e desacelerar uma pessoa em queda. Questione: *"Como o momento da pessoa em queda é transferido para o Batman?"*

02



Explicação Teórica

Explique o tópico 4.4: ao segurar a pessoa, o Batman aplica uma força por um tempo (impulso), alterando a quantidade de movimento dela. Apresente $I = \Delta p = m \cdot \Delta v$.

03



Transferência de Momento

Mostre que em um sistema isolado (Batman + pessoa), o momento total se conserva. A pessoa perde momento e o Batman absorve — por isso precisa de braços excepcionalmente fortes.

04



Simulação PhET

Acesse o simulador **"Colisão em 1D"**. Simule uma colisão inelástica onde um objeto em movimento colide com outro em repouso. Observe a transferência de momento. Questione: *"É assim que o Batman 'absorve' o movimento da pessoa resgatada?"*



Dica para o Professor: O erro mais comum é os alunos acharem que o Batman "para" a pessoa instantaneamente. Reforce que qualquer parada brusca gera forças enormes. O Batman precisa de braços fortes justamente para **aumentar o tempo de desaceleração**, reduzindo a força sobre a pessoa resgatada — e sobre ele mesmo.

Atividades — Aula 08

1. Interpretativa

Segundo o tópico 4.4, por que o Batman precisa de "braços excepcionalmente desenvolvidos" para planar usando sua capa tecnológica e realizar resgates com segurança?

2. Cálculo de Quantidade de Movimento

Uma pessoa de 60 kg cai a 25 m/s quando o Batman a segura.
Calcule:

1. a quantidade de movimento da pessoa;
2. o impulso necessário para pará-la em 1 segundo;
3. a força média exercida pelos braços do Batman.

$$(p = m \cdot v, I = F \cdot \Delta t)$$

3. Conceitual

Em um resgate, o Batman (90 kg) em repouso segura uma pessoa (60 kg) em queda. Após o resgate, ambos se movem juntos. O que acontece com a velocidade do sistema Batman+pessoa?

4. Análise Comparativa

Compare o resgate do Batman (usando braços para desacelerar gradualmente) com o do Superman (parando a pessoa instantaneamente). Em qual caso a força sobre a pessoa resgatada é menor?

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Paraquedistas usam técnicas de rolamento ao pousar para aumentar o tempo de contato com o chão. Como esse princípio se relaciona com a técnica de resgate do Batman?

6. Debate

Se o Batman resgatasse uma pessoa muito mais pesada que ele, o sistema Batman+pessoa continuaria se movendo após o resgate? Em que direção? Justifique usando a conservação do momento linear.

