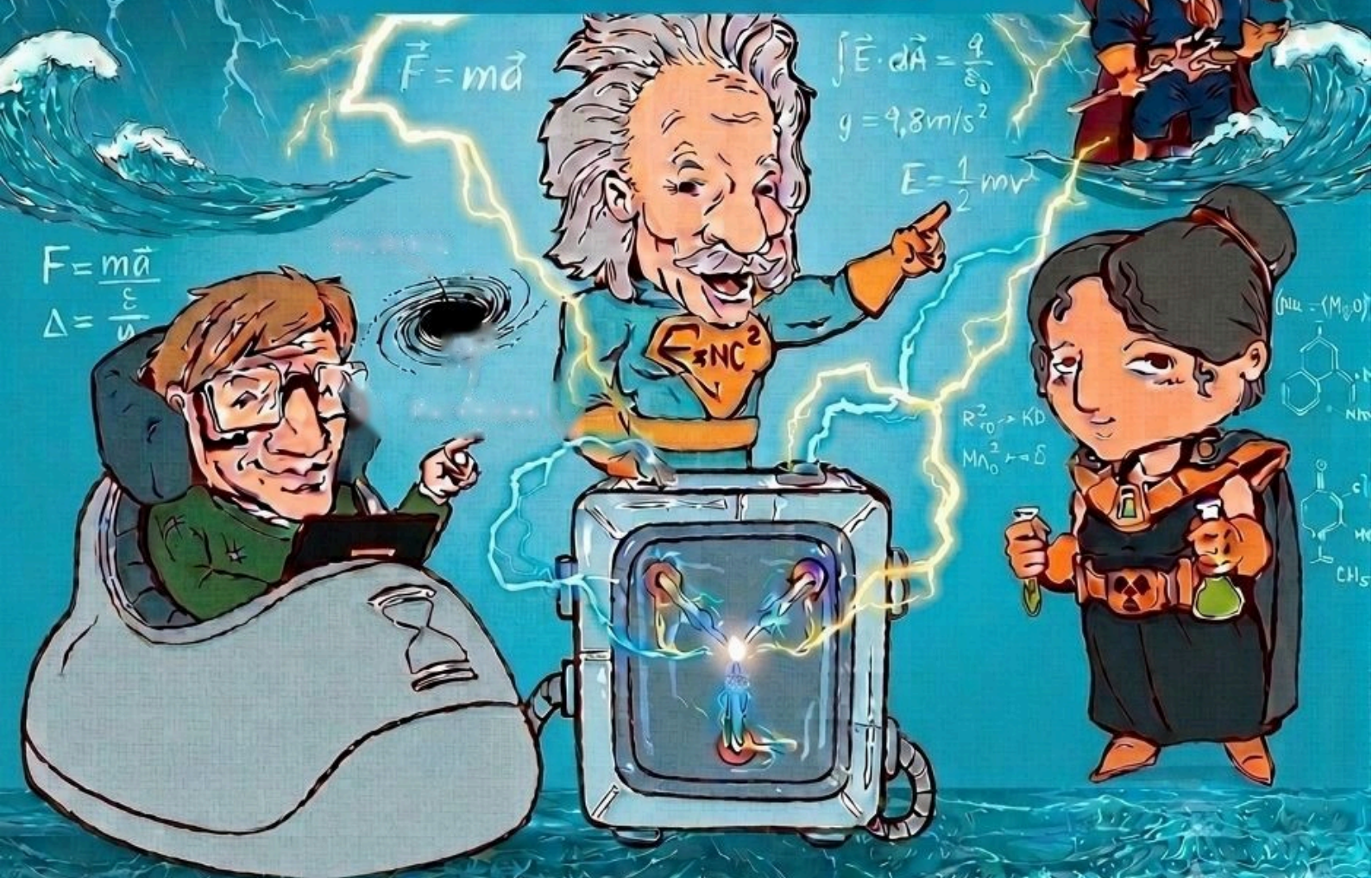


GUIA DE ATIVIDADES A FÍSICA E OS SUPER-HERÓIS VOL. 2

RONEI
COELHO

A CIÊNCIA EXPLICA AS HABILIDADES DOS PERSONAGENS
MAIS PODEROSOS DOS QUADRINHOS



2º ANO DO ENSINO MÉDIO

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

Este guia reúne 8 aulas que conectam os conteúdos de Física do Segundo Ano do Ensino Médio ao livro "*A Física e os Super-Heróis, Vol. 2*", usando analogias do universo pop para facilitar a compreensão de conceitos abstratos. Cada aula traz objetivos, desenvolvimento sugerido, dicas práticas e atividades avaliativas. Ensino Médio.



⚡ 1º Bimestre — Calorimetria e Transferência de Calor

- **Aula 01:** Magneto e o Poder de Derreter Metais
- **Aula 02:** Batman e o Voo nas Correntes Termais

💧 2º Bimestre — Termodinâmica e Comportamento dos Gases

- **Aula 03:** Superman e o Sopro Congelante
- **Aula 04:** Homem-Formiga e o Desafio da Pressão

🎸 3º Bimestre — Oscilações e Ondas (Acústica)

- **Aula 05:** Hulk e as Palmadas Sônicas
- **Aula 06:** Homem-Formiga e o Problema da Escuta

🌈 4º Bimestre — Óptica Geométrica e Radiação

- **Aula 07:** Batman e a Física das Cores da Radiação
- **Aula 08:** Homem-Formiga e a Difração

Aula 01: Magneto e o Poder de Derreter Metais

Livro Base

Capítulo 5 — Magneto.

Tópico Específico

5.8. Derretendo metais com campos magnéticos.

Conteúdo Trabalhado

Calorimetria; Calor Sensível ($Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$); Calor Latente ($Q=m \cdot L$); Mudanças de Estado; Ponto de Fusão dos Metais.

BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento do universo e da Terra.

Objetivos

1. Compreender os conceitos de calor sensível e calor latente e suas fórmulas.
2. Analisar como Magneto poderia usar campos magnéticos para gerar calor e derreter metais.
3. Relacionar os pontos de fusão dos metais com a energia necessária para mudá-los de estado.

Desenvolvimento — Aula 01

01

01 — Abertura Cinematográfica

O professor deve iniciar perguntando: "Se Magneto pode manipular campos magnéticos, como isso poderia gerar calor suficiente para derreter metais?" Use o tópico 5.8 para contextualizar.

02

02 — Conceituação

Use o tópico 5.8 do livro para explicar calor sensível ($Q=m \cdot c \cdot \Delta\theta$) e calor latente ($Q=m \cdot L$). Mostre que cada metal tem um ponto de fusão específico e uma quantidade de energia necessária para mudar de estado.

03

03 — Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Estados da Matéria". Selecione diferentes materiais e observe as mudanças de estado. Questione: "Quanta energia Magneto precisaria fornecer para derreter uma armadura de ferro?"

04

04 — Experimento de Baixo Custo: "Derretendo Gelo"

Coloque cubos de gelo em recipientes com diferentes materiais (metal, madeira, isopor). Observe as diferentes taxas de derretimento e relacione com condutividade térmica e calor latente.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos confundirem calor sensível com calor latente. Reforce: durante a mudança de estado, a temperatura NÃO muda — toda a energia vai para romper as ligações entre as moléculas. É por isso que o gelo a 0°C e a água a 0°C têm energias internas diferentes.

Atividades — Aula 01:

Magneto e o Poder de Derreter Metais

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 5.8, como a manipulação de campos magnéticos por Magneto poderia gerar calor suficiente para derreter metais? Explique o mecanismo físico envolvido.

2. Conceitual

Qual a diferença entre calor sensível e calor latente? Por que a temperatura do ferro não aumenta enquanto ele está derretendo, mesmo que Magneto continue fornecendo energia?

3. Matemática Simples

Magneto aquece 2 kg de ferro de 20°C até seu ponto de fusão (1538°C). Sabendo que o calor específico do ferro é $c = 0,45 \text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$, calcule o calor sensível necessário. ($Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$)

4. Simulador

No simulador PhET "Estados da Matéria", o que acontece com a temperatura durante a mudança de estado? Relacione isso com o conceito de calor latente e o derretimento dos metais por Magneto.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Fornos de indução elétrica usam campos eletromagnéticos para derreter metais — exatamente como Magneto faria. Como essa tecnologia é usada na indústria metalúrgica e quais são suas vantagens?

6. Debate

Se Magneto quisesse derreter uma armadura de titânio (ponto de fusão: 1668°C) em vez de ferro (1538°C), ele precisaria de mais ou menos energia? Justifique usando os conceitos de calor sensível e latente.



Aula 02: Batman e o Voo nas Correntes Termais

Livro Base

Capítulo 4 — Batman.

Tópico Específico

4.6. Uma ajuda das correntes termais.

Conteúdo Trabalhado

Processos de Propagação do Calor; Convecção; Condução; Radiação; Equilíbrio Térmico; Albedo.

BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e utilizar modelos científicos, elaborar explicações e previsões sobre fenômenos naturais e tecnológicos.

Objetivos

1. Compreender os três processos de propagação do calor: condução, convecção e radiação.
2. Analisar como as correntes termais de convecção permitem que o Batman planeje por mais tempo.
3. Relacionar o conceito de albedo com a formação de correntes de ar quente em ambientes urbanos.

Desenvolvimento — Aula 02

01

Provocação Inicial

O professor deve perguntar: "Por que as aves de rapina ficam circulando no mesmo ponto do céu sem bater as asas? Como o Batman poderia usar esse mesmo fenômeno?" Use o tópico 4.6 para contextualizar.

02

Convecção e Correntes Termais

Use o tópico 4.6 do livro para explicar que o asfalto e prédios de Gotham City absorvem calor (baixo albedo) e aquecem o ar próximo. O ar quente sobe (convecção), criando correntes termais que sustentam a capa do Batman.

03

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Energia das Formas: Noções Básicas". Observe a transferência de calor por convecção. Questionar: "Em que parte de Gotham City as correntes termais seriam mais fortes — sobre o asfalto ou sobre parques?"

04

Experimento de Baixo Custo: "A Serpentina de Papel"

Recorte uma espiral de papel e segure-a sobre uma lâmpada acesa. A espiral gira com o ar quente que sobe — demonstrando convecção. Relacione com as correntes termais que ajudam o Batman a planar.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos confundirem os três processos de propagação. Reforce: condução ocorre em sólidos por contato; convecção ocorre em fluidos por movimento de massa; radiação não precisa de meio material. As correntes termais são um fenômeno de convecção.

Atividades — Aula 02:

Batman e o Voo nas Correntes Termiais

1. Interpretativa (Albedo)

Por que o asfalto das ruas de Gotham City contribui mais para a formação de correntes termais do que as áreas verdes? Use o conceito de albedo para justificar.

2. Conceitual

Explique a diferença entre os três processos de propagação do calor (condução, convecção e radiação) usando exemplos do cotidiano de Batman em Gotham City.

3. Matemática Simples

Uma superfície de asfalto absorve 800 W/m^2 de radiação solar e tem albedo de 0,05. Quanto de energia é refletida e quanto é absorvida por metro quadrado? (*Energia absorvida* = *Energia total* $\times$ (1 - albedo))

4. Simulador

No simulador PhET de transferência de calor, compare a velocidade de aquecimento de materiais com diferentes capacidades de absorção. Como isso explica por que Gotham City (com muito asfalto) gera correntes termais mais intensas?

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

O fenômeno de "ilha de calor urbana" ocorre em grandes cidades por causa do baixo albedo do asfalto e concreto. Como o planejamento urbano (telhados brancos, parques) poderia reduzir esse efeito?

6. Debate

Se Batman tentasse usar correntes termais em uma cidade coberta de neve (alto albedo), sua estratégia de voo funcionaria da mesma forma? Justifique com base nos conceitos de albedo e convecção.





Aula 03: Superman e o Sopro Congelante



Livro Base

Capítulo 1 — Superman (Vol. 2).



Tópico Específico

1.5. Sopro congelante e a física dos gases.



Conteúdo Trabalhado

Termodinâmica;
Transformações Gasosas;
Expansão Adiabática; Leis dos Gases (Boyle, Charles, Gay-Lussac); Lei Geral dos Gases.



BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e utilizar modelos científicos, elaborar explicações e previsões sobre fenômenos naturais e tecnológicos, com base em evidências.



Objetivos

1. Compreender as transformações gasosas (isotérmica, isobárica, isocórica) e a Lei Geral dos Gases.
2. Analisar o fenômeno de expansão adiabática e como ele explica o resfriamento do sopro do Superman.
3. Relacionar o sopro congelante com aplicações tecnológicas como refrigeradores e ar-condicionado.



Desenvolvimento — Aula 03

01



Abertura Cinematográfica

O professor deve iniciar perguntando: "Por que um frasco de desodorante fica frio quando você o usa? Como esse mesmo princípio poderia explicar o sopro congelante do Superman?" Use o tópico 1.5 para contextualizar.



Conceituação

Use o tópico 1.5 do livro para explicar que quando um gás se expande rapidamente sem troca de calor com o ambiente (expansão adiabática), sua temperatura cai drasticamente. Apresente a Lei Geral dos Gases: $P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$.



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Propriedades do Gás". Roteiro de Cliques: Aumente o volume do recipiente rapidamente e observe a queda de temperatura. Question: "É assim que o Superman resfria o ar ao soprar?"

04



Experimento de Baixo Custo: "O Sopro Quente e Frio"

Sopre na palma da mão com a boca bem aberta (ar quente) e depois com a boca fechada formando um "O" (ar frio). Discuta por que o ar sai mais frio quando forçado a se expandir rapidamente.



Dica para o Professor: O erro mais comum é os alunos acharem que o Superman "produz" frio. Reforce: não existe "frio" — o que existe é a ausência de calor. O sopro congelante funciona pela expansão adiabática: o ar comprimido nos pulmões do Superman se expande ao sair, perdendo energia cinética e resfriando drasticamente.

Atividades — Aula 03:

Superman e o Sopro Congelante

1. Interpretativa

Por que um frasco de desodorante ou o bico de uma bomba de encher pneu mudam de temperatura durante o uso? Relacione esse fenômeno com o sopro congelante do Superman usando o conceito de expansão adiabática.

2. Conceitual

O livro menciona que o sopro do Superman funciona por expansão adiabática. O que significa "adiabático" e por que a temperatura do gás cai quando ele se expande sem trocar calor com o ambiente?

3. Matemática Simples

Um gás está a $P_1 = 4 \text{ atm}$, $V_1 = 2 \text{ L}$ e $T_1 = 300 \text{ K}$. Após o sopro do Superman, o volume aumenta para $V_2 = 8 \text{ L}$ e a pressão cai para $P_2 = 1 \text{ atm}$. Qual a nova temperatura T_2 ? (Use $P_1 V_1 / T_1 = P_2 V_2 / T_2$)

4. Simulador

No PhET "Propriedades do Gás", o que acontece com a temperatura quando você aumenta rapidamente o volume do recipiente? Relacione isso com o mecanismo do sopro congelante do Superman.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Geladeiras e ar-condicionados funcionam com base no mesmo princípio de expansão e compressão de gases. Explique como o ciclo de refrigeração se relaciona com o sopro congelante do Superman.

6. Debate

Se o Superman tentasse usar seu sopro congelante em Marte (onde a pressão atmosférica é muito menor), o efeito seria mais ou menos intenso? Justifique usando as Leis dos Gases.



Aula 04: Homem-Formiga e o Desafio da Pressão



Livro Base

Capítulo 3 — Homem-Formiga.



Tópico Específico

3.4. A questão da pressão; 3.5. A questão da densidade.



Conteúdo Trabalhado

Pressão; Densidade; Lei do Quadrado-Cubo; Pressão Atmosférica; Pressão Hidrostática; Princípio de Pascal.



BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e utilizar modelos científicos, elaborar explicações e previsões sobre fenômenos naturais e tecnológicos, com base em evidências.



Objetivos

1. Compreender os conceitos de pressão e densidade e suas relações com o tamanho dos objetos.
2. Analisar como a Lei do Quadrado-Cubo afeta a pressão exercida pelo Homem-Formiga ao encolher.
3. Relacionar a pressão atmosférica com os desafios enfrentados pelo Homem-Formiga no microverso.



Desenvolvimento — Aula 04

01



Provocação Inicial

O professor deve perguntar: "Se o Homem-Formiga encolhe para o tamanho de uma formiga mas mantém sua massa, o que acontece com a pressão que ele exerce no chão? Seria mais ou menos que um humano normal?" Use o tópico 3.4 para contextualizar.

02



A Física da Pressão

Use o tópico 3.4 do livro para explicar que $\text{pressão} = \text{força} / \text{área}$. Ao encolher, o Homem-Formiga mantém seu peso (força), mas sua área de contato diminui drasticamente — logo, a pressão que ele exerce aumenta enormemente.

03



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Pressão sob Pressão". Roteiro de Cliques: Varie a área de contato mantendo a força constante e observe a variação de pressão. Question: "Por que o Homem-Formiga poderia afundar no chão ao encolher?"

04



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

Pressione uma esponja com a palma da mão e depois com a ponta de um lápis usando a mesma força. A ponta do lápis afunda mais — demonstrando que menor área = maior pressão. Relacione com o Homem-Formiga.



Dica para o Professor: O erro mais comum é os alunos confundirem força com pressão. Reforce: a pressão depende tanto da força quanto da área. Um salto agulha exerce muito mais pressão que um tênis, mesmo com o mesmo peso da pessoa. O Homem-Formiga, ao encolher, teria uma pressão de contato absurdamente alta.

Atividades — Aula 04:

Homem-Formiga e o Desafio da Pressão

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 3.4, por que a natureza favorece a força proporcional de animais pequenos como formigas? Como a Lei do Quadrado-Cubo explica por que insetos conseguem carregar muitas vezes seu próprio peso?

2. Conceitual

Se o Homem-Formiga mantém sua massa ao encolher, mas sua área de contato com o chão diminui drasticamente, o que acontece com a pressão que ele exerce? Use a fórmula $P = F/A$ para justificar.

3. Matemática Simples

O Homem-Formiga (80 kg) encolhe até ter uma área de contato de $0,0001 \text{ m}^2$ (tamanho de uma formiga). Calcule a pressão que ele exerce no chão. Compare com a pressão de um humano normal (área $\approx 0,04 \text{ m}^2$). ($P = F/A$; $F = m \cdot g$, $g = 10 \text{ m/s}^2$)

4. Simulador

No PhET "Pressão sob Pressão", o que acontece com a pressão quando você reduz a área de contato mantendo o mesmo peso? Relacione isso com o desafio do Homem-Formiga ao encolher.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Agulhas hipodérmicas, pregos e facas usam o princípio de concentrar força em pequenas áreas para aumentar a pressão. Como esse princípio se relaciona com os desafios físicos do Homem-Formiga?

6. Debate

Se o Homem-Formiga encolhesse até o tamanho de um átomo (mantendo sua massa), a pressão que ele exerceria seria fisicamente possível? O que aconteceria com o material sob seus pés? Justifique.



Aula 05: Hulk e as Palmadas Sônicas

Livro Base

Capítulo 2 — O Incrível Hulk (Vol. 2).

Tópico Específico

2.6. Palmadas sônicas.

Conteúdo Trabalhado

Ondas Mecânicas;
Compressão e Rarefação;
Intensidade Sonora; Pressão Sonora; Nível de Intensidade (dB); Velocidade do Som.

BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e utilizar modelos científicos, elaborar explicações e previsões sobre fenômenos naturais e tecnológicos, com base em evidências.

Objetivos

1. Compreender a natureza das ondas mecânicas e os conceitos de compressão e rarefação.
2. Analisar como as palmadas do Hulk geram ondas de pressão sonora de alta intensidade.
3. Calcular o nível de intensidade sonora em decibéis e relacionar com os efeitos biológicos do som.

Desenvolvimento — Aula 05

01

Abertura Cinematográfica

O professor deve iniciar perguntando: "Quando o Hulk bate as mãos com força extrema, o que acontece com o ar entre elas? Por que isso pode derrubar inimigos sem tocá-los?" Use o tópico 2.6 para contextualizar.

02

Conceituação

Use o tópico 2.6 do livro para explicar que as palmadas do Hulk comprimem o ar violentamente, gerando uma onda de pressão (onda de choque). Apresente os conceitos de intensidade sonora (W/m^2) e nível de intensidade (dB).

03

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Ondas Sonoras". Roteiro de Cliques: Aumente a amplitude ao máximo e observe as regiões de compressão e rarefação. Questione: "Como a intensidade da onda se relaciona com a distância da fonte?"

04

Experimento de Baixo Custo: "A Chama e o Som"

Coloque uma vela acesa na frente de uma caixa de som tocando sons graves em alto volume. A chama oscila com as ondas de pressão — demonstrando que o som é uma onda mecânica de pressão, como as palmadas do Hulk.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos acharem que o som "transporta" ar. Reforce: o som é uma onda de pressão — as moléculas de ar oscilam em torno de suas posições de equilíbrio, mas não se deslocam com a onda. É a perturbação de pressão que se propaga, não o ar em si.

Atividades — Aula 05:

Hulk e as Palmadas Sônicas

1. Interpretativa

Explique, com base nos conceitos de ondas mecânicas, por que as palmadas do Hulk podem derrubar inimigos a distância sem tocá-los. O que é uma onda de choque e como ela se forma?

2. Conceitual

Qual a diferença entre intensidade sonora (W/m^2) e nível de intensidade sonora (dB)? Por que usamos a escala logarítmica dos decibéis para medir o som das palmadas do Hulk?

3. Matemática Simples

A intensidade sonora das palmadas do Hulk é de 10^6 W/m^2 a 1 metro de distância. Se a intensidade diminui com o quadrado da distância ($I \propto 1/d^2$), qual seria a intensidade a 10 metros? E a 100 metros?

4. Simulador

No PhET "Ondas Sonoras", o que acontece com a amplitude e a intensidade da onda quando você aumenta a frequência mantendo a mesma fonte? Relacione isso com os diferentes tipos de palmadas do Hulk.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Armas sônicas e canhões de som (LRAD) usam ondas de pressão para dispersar multidões. Como o princípio das palmadas sônicas do Hulk se relaciona com essas tecnologias? Quais são os riscos para a saúde?

6. Debate

Se o Hulk desse suas palmadas sônicas no espaço sideral (vácuo), o efeito seria o mesmo? Por que o som não se propaga no vácuo? O que isso nos diz sobre a natureza das ondas mecânicas?



Aula 06: Homem-Formiga e o Problema da Escuta



Livro Base

Capítulo 3 — Homem-Formiga (Vol. 2).



Tópico Específico

3.8. Problema na fala, na escuta e na visão.



Conteúdo Trabalhado

Acústica; Frequência; Altura do Som; Cordas Vocais; Efeito Doppler; Ressonância; Timbre.



BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e utilizar modelos científicos, elaborar explicações e previsões sobre fenômenos naturais e tecnológicos, com base em evidências.



Objetivos

1. Compreender os conceitos de frequência, altura e timbre do som.
2. Analisar como a redução do tamanho das cordas vocais do Homem-Formiga afeta a frequência de sua voz.
3. Relacionar o Efeito Doppler com as mudanças de percepção sonora no microverso.



Desenvolvimento — Aula 06

01



Abertura

Cinematográfica

O professor deve iniciar perguntando: "Se o Homem-Formiga encolhe para o tamanho de uma formiga, sua voz ficaria mais grave ou mais aguda? Por quê?" Use o tópico 3.8 para contextualizar.

02



Conceituação

Use o tópico 3.8 do livro para explicar que cordas vocais menores vibram em frequências mais altas, produzindo sons mais agudos. Ao encolher, o Homem-Formiga teria uma voz extremamente aguda — possivelmente inaudível para humanos.

03



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Ondas Sonoras". Roteiro de Cliques: Varie a frequência da fonte e observe como o comprimento de onda muda. Questione: "Qual frequência corresponderia à voz do Homem-Formiga no tamanho de uma formiga?"

04



Experimento de Baixo Custo: "O Violão e as Cordas"

Mostre como cordas mais curtas e mais tensas de um violão produzem sons mais agudos. Relacione com as cordas vocais do Homem-Formiga: ao encolher, suas cordas ficam menores e mais tensas, aumentando a frequência.



Dica para o Professor: O erro mais comum é os alunos confundirem frequência com volume. Reforce: frequência determina a altura (grave/agudo) do som; amplitude determina o volume (forte/fraco). O Homem-Formiga teria uma voz aguda (alta frequência), não necessariamente mais fraca.

🎯 Atividades — Aula 06:

Homem-Formiga e o Problema da Escuta

🧠 1. Interpretativa

De acordo com o tópico 3.8, por que a voz do Homem-Formiga soaria como o "miar de um gatinho" ao encolher? Explique usando os conceitos de frequência e tamanho das cordas vocais.

💬 2. Conceitual

Qual a relação entre o comprimento das cordas vocais e a frequência do som produzido? Por que instrumentos maiores (como o contrabaixo) produzem sons mais graves que instrumentos menores (como o violino)?

1234 3. Matemática Simples

Se o Homem-Formiga encolhe para $1/100$ do seu tamanho original, suas cordas vocais também ficam 100 vezes menores. Se sua voz normal tem frequência de 150 Hz, qual seria a frequência de sua voz encolhido? ($f \propto 1/L$, onde L é o comprimento da corda)

💻 4. Simulador

No PhET "Ondas Sonoras", compare ondas de baixa e alta frequência. O que muda no comprimento de onda? Como isso explica por que a voz do Homem-Formiga encolhido seria inaudível para humanos (acima de 20.000 Hz)?

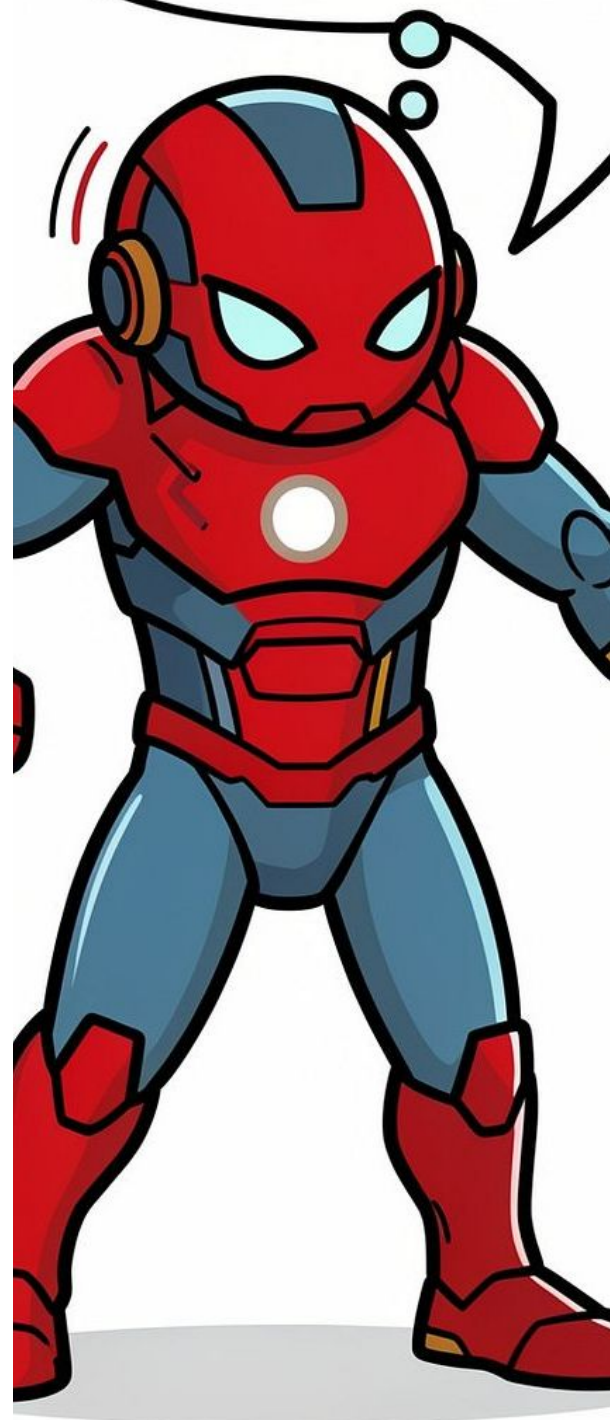
🌐 5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Ultrassom médico usa frequências acima de 20.000 Hz — inaudíveis para humanos. Como a voz do Homem-Formiga encolhido se relaciona com essa tecnologia? Quais são as aplicações do ultrassom na medicina?

💬 6. Debate

Se o Homem-Formiga encolhesse até o tamanho de um vírus, sua voz teria frequência tão alta que seria uma onda de raio-X? Discuta os limites físicos da relação entre tamanho das cordas vocais e frequência do som.

NT°5QMAN G&X°4!?
8 合NG0? 耐-IENT-
AICV·H80 稼れまえ?
... mvãd'!"



Aula 7: Batman e a Física das Cores e da Radiação

Livro Base

Capítulo 4 — Batman (Vol. 2).

Tópico Específico

4.6. Uma ajuda das correntes termiais.

Conteúdo Trabalhado

Radiação Térmica
(Irradiação); Albedo; Reflexão
Seletiva (Teoria das Cores);
Equilíbrio Térmico.

BNCC

(EM13CNT103) – Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano.

Objetivos

1. Compreender a irradiação térmica como um processo de transporte de energia que não exige meio material (ondas eletromagnéticas).
2. Explicar o fenômeno das cores como uma reflexão seletiva da luz visível.
3. Analisar o conceito de albedo e sua relação com a absorção de calor e o conforto térmico.

Desenvolvimento — Aula Extra

01

Contextualização

O professor questiona: "Por que o Batman usa preto? É apenas para se esconder nas sombras ou existe uma consequência térmica?" Cite que o asfalto de Gotham também é preto e como isso afeta a temperatura da cidade.

02

Explicação Teórica (Cores)

Explique que a cor de um corpo não é uma característica intrínseca, mas uma percepção da luz que ele reflete. Um objeto verde reflete o verde e absorve todas as outras cores.

03

Radiação e Albedo

Defina albedo como a capacidade de reflexão de uma superfície. Superfícies escuras têm baixo albedo e absorvem mais radiação infravermelha, esquentando mais rápido.

04

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Visão das Cores". Use a aba "Lâmpada Única". Peça aos alunos para mudarem a cor do filtro e da lâmpada. Observe como um objeto "parece preto" se a luz incidente não contiver a cor que ele é capaz de refletir.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é o aluno acreditar que os objetos "têm" cor. Reforce que, no escuro absoluto, nada tem cor porque não há luz para ser refletida. Outro ponto: muitos acham que corpos frios não emitem radiação. Lembre-os de que qualquer corpo acima de -273°C (zero absoluto) emite radiação térmica.

Atividades — Aula 7

1. Interpretativa (Cores)

Segundo o tópico 4.6, o que aconteceria se iluminássemos um bat-móvel verde (hipotético) com uma lanterna de luz puramente vermelha em uma sala escura? Justifique sua resposta.

2. Radiação Térmica

O livro afirma que todos os corpos emitem e absorvem radiação o tempo todo. Se o traje do Batman está a uma temperatura maior que a do beco onde ele está escondido, a taxa de emissão de radiação dele é maior ou menor que a de absorção? O que acontece com a temperatura dele?

3. O Desafio do Albedo

Por que o herói sente uma sensação de calor muito maior ao usar uma camiseta preta sob o sol do que se usasse uma branca? Use o conceito de albedo para explicar.

4. Reflexão Seletiva

De acordo com a Figura 4.6 do livro, explique por que um corpo branco é considerado um refletor "generoso" e um corpo negro é um absorvedor "ideal".

5. Cálculo Conceitual

A radiação solar é composta por 50% de infravermelho, 42% de luz visível e 7% de ultravioleta. Se Gotham recebe 1.000 W/m^2 de energia solar, quanta energia (em Watts por metro quadrado) corresponde apenas à luz que Batman usa para enxergar?

6. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

O fenômeno das "Ilhas de Calor" urbanas é agravado pelo baixo albedo do asfalto. Como o conhecimento sobre radiação térmica pode ajudar arquitetos a planejar prédios que exijam menos ar-condicionado?



Aula 08: Homem-Formiga e a Difração

Livro Base

Capítulo 3 — Homem-Formiga (Vol. 2).

Tópico Específico

3.8. Problema na fala, na escuta e na visão.

Conteúdo Trabalhado

Óptica Ondulatória; Difração da Luz; Comprimento de Onda; Resolução Óptica; Limite de Difração; Princípio de Huygens.

BNCC

(EM13CNT201) – Analisar e utilizar modelos científicos, elaborar explicações e previsões sobre fenômenos naturais e tecnológicos, com base em evidências.

Objetivos

1. Compreender o fenômeno de difração da luz e o conceito de limite de resolução óptica.
2. Analisar por que o Homem-Formiga encolhido enxergaria tudo borrado ao nível do tamanho de uma formiga.
3. Relacionar o comprimento de onda da luz visível com o tamanho mínimo de objetos que podem ser vistos com nitidez.

Desenvolvimento — Aula 08

01

Abertura Cinematográfica

O professor deve iniciar perguntando: "Se o Homem-Formiga encolhe até o tamanho de uma formiga, ele ainda conseguiria enxergar com nitidez? Ou tudo ficaria borrado?" Use o tópico 3.8 para contextualizar.

02

Conceituação

Use o tópico 3.8 do livro para explicar que a resolução óptica é limitada pelo comprimento de onda da luz. Quando o tamanho do objeto se aproxima do comprimento de onda da luz visível (~500 nm), a difração impede a formação de imagens nítidas.

03

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Difração de Ondas". Roteiro de Cliques: Varie o tamanho da abertura e observe como a difração aumenta quando a abertura se aproxima do comprimento de onda. Questione: "O que acontece com a visão do Homem-Formiga quando seus olhos ficam menores que o comprimento de onda da luz?"

04

Experimento de Baixo Custo: "O Cabelo e o Laser"

Ilumine um fio de cabelo com um ponteiro laser e observe o padrão de difração na parede. O cabelo tem espessura comparável ao comprimento de onda da luz — por isso cria padrões de interferência visíveis. Relacione com a visão do Homem-Formiga.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é os alunos acharem que o Homem-Formiga ficaria "cego" ao encolher. Reforce: ele não ficaria cego, mas sua visão ficaria progressivamente mais borrada à medida que seus olhos ficassem menores que o comprimento de onda da luz visível. É o mesmo motivo pelo qual microscópios ópticos têm um limite de resolução.

Atividades — Aula 08

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 3.8, por que o Homem-Formiga ficaria com a visão borrada ao encolher até o tamanho de um vírus? Explique usando o conceito de difração e comprimento de onda da luz visível.

2. Conceitual

O que é o limite de resolução óptica? Por que microscópios ópticos não conseguem ver objetos menores que ~ 200 nm, mesmo com lentes perfeitas? Como isso se relaciona com a visão do Homem-Formiga encolhido?

3. Matemática Simples

A luz visível tem comprimento de onda médio de 500 nm (5×10^{-7} m). Se o Homem-Formiga encolhe até ter olhos de $1 \mu\text{m}$ (10^{-6} m) de diâmetro, seus olhos seriam apenas 2 vezes maiores que o comprimento de onda da luz. O que isso implica para sua resolução visual?

4. Simulador

No PhET "Difração de Ondas", o que acontece com o padrão de difração quando a abertura fica menor que o comprimento de onda? Relacione isso com a perda de nitidez na visão do Homem-Formiga ao encolher.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Microscópios eletrônicos usam elétrons (com comprimento de onda muito menor que a luz) para ver objetos nanométricos. Como essa tecnologia supera o limite de difração dos microscópios ópticos? Quais são suas aplicações?

6. Debate

Se o Homem-Formiga usasse óculos especiais com lentes de raio-X (comprimento de onda $\sim 0,1$ nm) ao encolher até o tamanho de um vírus, ele conseguiria enxergar com nitidez? Justifique com base no limite de difração.

