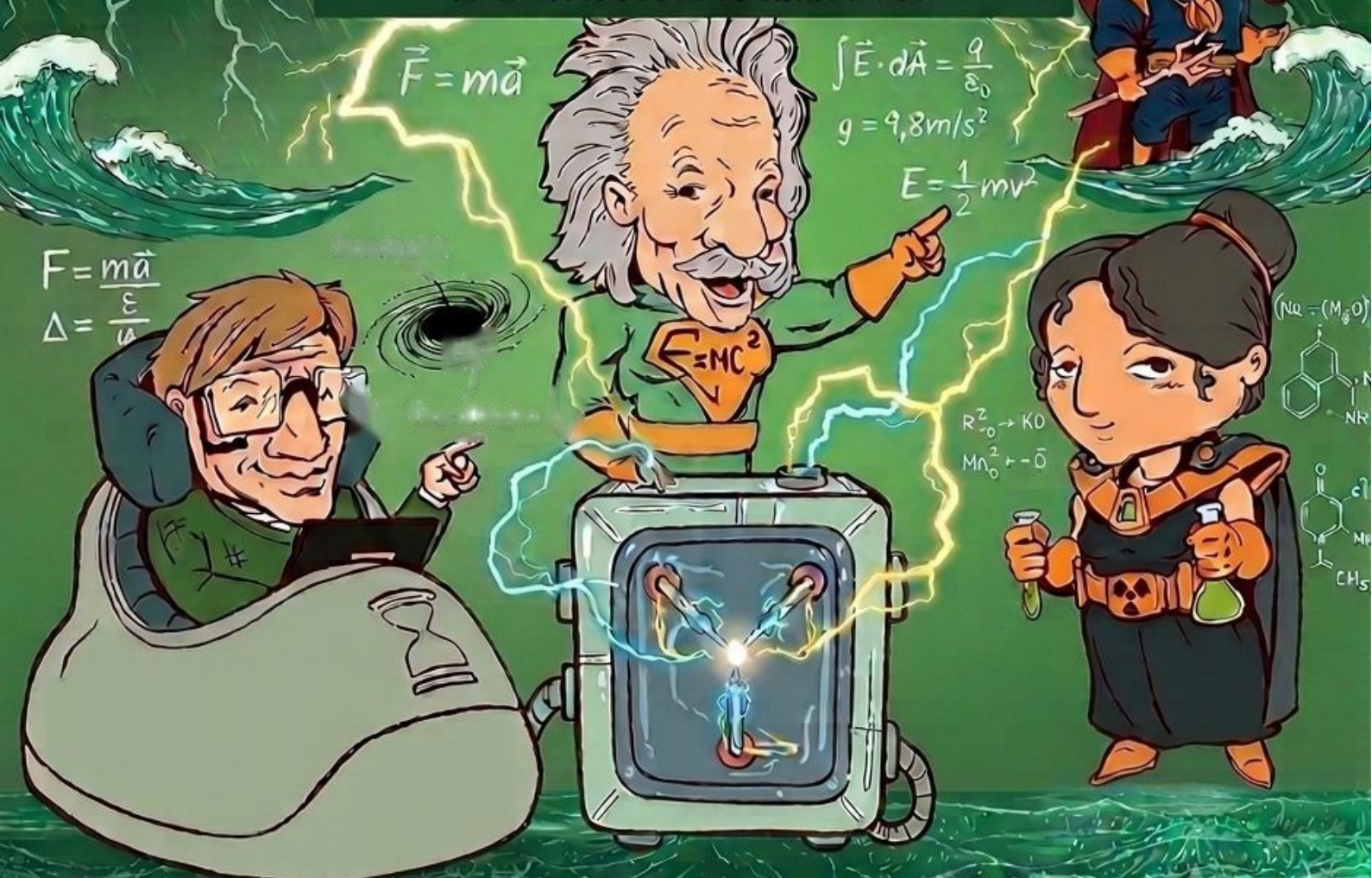


GUIA DE ATIVIDADES A FÍSICA E OS SUPER-HERÓIS VOL. 1

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 — Super-Heróis

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.1**' 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.

1º Bimestre: Termologia

- Aula 01: A Mulher Invisível e o Mistério do Infravermelho
- Aula 02: Flash e o Calor Proibido: Atrito e a Barreira do Som

2º Bimestre: Óptica

- Aula 03: A Mulher Invisível e o Dilema da Cegueira
- Aula 04: Sue Storm e o Desvio da Luz: Refração e Transparência

3º Bimestre: Ondulatória

- Aula 05: Flash e a Quebra da Barreira do Som
- Aula 06: Chapolin e a Corneta Paralisadora: Som, Vibração e o Zero Absoluto

4º Bimestre: Ondulatória e Hidrostática

- Aula 07: O Sensor Aranha: Ondas de Pressão e Percepção
- Aula 08: Flash sobre as Águas: Tensão Superficial e Empuxo

Aula 01: A Mulher Invisível e o Mistério do Infravermelho



Livro Base

"Capítulo 4 (Mulher Invisível)."



Tópico Específico

"4.7 Sendo detectada pelas ondas de calor"



Conteúdo trabalhado:

Temperatura (agitação molecular), Calor (energia em trânsito), Radiação Infravermelha e Transferência de Calor.



BNCC

(EM13CNT102) – Realizar previsões sobre o funcionamento de sistemas térmicos com base na análise das variáveis termodinâmicas.



Objetivos

1. Diferenciar o conceito de temperatura (agitação molecular) de calor (energia em trânsito).
2. Compreender a radiação infravermelha como uma forma de transferência de calor por ondas.
3. Analisar por que a Mulher Invisível, mesmo imperceptível ao olho humano, ainda pode ser detectada por sensores térmicos.



Desenvolvimento — Aula 01

01



Abertura

Cinematográfica

O professor deve iniciar perguntando: "Se a Mulher Invisível (Sue Storm) estivesse em uma sala totalmente escura, você conseguiria vê-la?". Explique que o livro menciona que ela pode ser detectada por "ondas de calor".

02



Conceituação

Use o tópico 5.5 do livro (referente ao Chapolin) para explicar que o movimento é a norma: mesmo em repouso, os átomos de Sue Richards vibram, e essa vibração gera temperatura. Explique que o corpo humano emite calor constantemente através de radiação infravermelha.



Simulação PhET (Celular/Computador)

03

Acesse o simulador "Formas e Transformações de Energia", aba "Sistemas". Roteiro de Cliques: Peça para o aluno marcar a caixa "Símbolos de Energia". Selecione a Lâmpada como receptor. Peça para o aluno observar as esferas vermelhas (energia térmica) saindo da lâmpada. Questione: "Essas esferas que 'fogem' da lâmpada são como o calor que a Mulher Invisível emite enquanto luta?".

04



Experimento de Baixo Custo: "O Sensor de Calor Humano"

Peça para os alunos aproximarem as palmas das mãos do próprio rosto, sem encostar. Eles sentirão um "mormaço". Explique que o que eles sentem é a radiação infravermelha descrita no tópico 4.7 do livro.



Dica para o Professor: "O erro mais comum dos alunos é achar que infravermelho é 'luz vermelha'. O especialista adverte: esclareça que o infravermelho tem frequência menor que a luz vermelha e é invisível para nós. Sue Storm só seria vista se usássemos óculos especiais, como os do Predador ou câmeras térmicas de segurança."

Atividades — Aula 01

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 4.7, por que sensores de infravermelho conseguem "enxergar" a Mulher Invisível mesmo quando ela está usando seu poder de transparência?

2. Conceitual

O livro menciona no tópico 5.5 que "cessar o estado vibracional dos átomos" levaria ao zero absoluto. Se Sue Storm pudesse atingir o zero absoluto, ela ainda seria detectada por câmeras de calor? Justifique.

3. Matemática Simples (Escala)

A temperatura média do corpo humano é de 36°C . Sabendo que para transformar Celsius em Kelvin somamos 273 ($K = C + 273$), qual a temperatura aproximada da Mulher Invisível na escala absoluta (Kelvin)?

4. Simulador

No simulador PhET "Formas e Transformações de Energia", o que acontece com a quantidade de "esferas vermelhas" (calor) quando o equipamento trabalha por muito tempo? Relacione isso com o esforço de Sue Storm para manter seu campo de força.

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

Câmeras térmicas, como as que detectariam a Mulher Invisível, são usadas hoje em aeroportos para identificar pessoas com febre. Como a Física ajuda na prevenção de doenças através desse conhecimento?

6. Debate

Se calor é energia em trânsito, o corpo da Mulher Invisível está o tempo todo "perdendo" energia para o ambiente se a sala estiver mais fria que ela? O que aconteceria se ela não se alimentasse (energia química)?



Aula 02: Flash e o Calor Proibido: Atrito e a Barreira do Som

Livro Base

Capítulo 2 (Flash).

Tópico Específico

2.1 Correr na "modesta" velocidade do som; 2.2 Problemas ao correr na velocidade do som

Conteúdo Trabalhado:

Força de Arrasto, Energia Térmica, Conversão de Energia Mecânica em Calor, Atrito.

BNCC

(EM13CNT102) – Realizar previsões sobre o funcionamento de sistemas térmicos com base na análise das variáveis termodinâmicas (neste caso, a conversão de energia mecânica em térmica por atrito).

Objetivos

1. Compreender a força de arrasto (resistência do ar) como uma força dissipativa que gera calor.
2. Relacionar o aumento da velocidade com o aumento exponencial do aquecimento térmico.
3. Discutir a necessidade biológica (fictícia) da "aura antiatrito" para a sobrevivência do herói.

Desenvolvimento — Aula 02

01

Provocação Inicial

Pergunte aos alunos: "Por que os meteoros brilham e queimam ao entrar na atmosfera?". Explique que o Flash, ao correr na velocidade do som (340 m/s ou Mach 1), enfrentaria o mesmo problema.

02

O Problema do Atrito

Use o tópico 2.2 do livro para explicar que o ar é um fluido. Quando o Flash se move, ele precisa "empurrar" as moléculas de ar. Esse choque gera uma força contrária chamada arrasto.

03

Conversão de Energia

Explique que o trabalho realizado para vencer o arrasto não desaparece; ele se transforma em calor, que aqueceria o corpo do herói até a combustão, caso ele não tivesse sua "aura antiatrito".

04

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Formas e Transformações de Energia", aba "Introdução". Roteiro de Cliques: Marque a caixa "Símbolos de Energia". Coloque o Bule de Água sobre o suporte e ligue o fogo. Observe as esferas vermelhas (térmicas) aumentando a agitação. Agora, selecione o Ciclista e o Gerador com Lâmpada. Peça para o aluno pedalar rápido. Note que, além da luz, o corpo do ciclista e a lâmpada soltam esferas vermelhas. "Isso é o calor residual do movimento."

05

Experimento de Baixo Custo: "O Calor do Flash"

Peça para os alunos esfregarem as palmas das mãos vigorosamente por 15 segundos. Depois, peçam que toquem suas bochechas. O calor sentido é resultado do atrito (fricção), o mesmo que o Flash sente ao "atritar" com o ar em alta velocidade.

Atividades — Aula 02

1. Interpretativa

No tópico 2.2, o autor menciona uma "aura antiatrito". Por que essa solução dos roteiristas é necessária para que o Flash não vire uma "tocha humana" ao correr?

2. Conceitual

A força de arrasto depende do quadrado da velocidade (v^2). Se o Flash dobrar sua velocidade, a força de resistência do ar que ele enfrenta será duas ou quatro vezes maior? Justifique.

3. Matemática Simples

A velocidade do som é de aproximadamente 340 m/s. Se o Flash corre a Mach 2 (duas vezes a velocidade do som), qual a sua velocidade em metros por segundo (m/s)?

4. Fenomenológica

O livro descreve o "Estrondo Sônico" (Sonic Boom) como uma onda de choque de grande energia. De que forma o aquecimento repentino do ar por um raio está relacionado com o trovão, segundo o tópico 2.1?

5. CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)

As naves espaciais usam escudos térmicos de cerâmica para não derreterem na reentrada. Como essa tecnologia se assemelha à "aura" do Flash?

6. Debate

O autor afirma no tópico 2.2 que o atrito é necessário para caminhar. Se a aura antiatrito do Flash eliminasse todo o atrito (inclusive com o solo), ele conseguiria sair do lugar?





Aula 03: A Mulher Invisível e o Dilema da Cegueira



Livro Base

Capítulo 4 (Mulher Invisível).



Tópico Específico

4.1 Tornando-se invisível e 4.6 Cegueira.



Conteúdo Trabalhado:

Reflexão da Luz; Mecanismo da Visão; Meios de Propagação (Opaco, Translúcido e Transparente).



BNCC

(EM13CNT301) – Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos.



Objetivos

1. Compreender o fenômeno da reflexão da luz como requisito para a visibilidade dos corpos.
2. Classificar os meios de propagação da luz (opaco, translúcido e transparente).
3. Analisar o funcionamento básico do olho humano e por que a transparência total impediria a visão de Sue Storm.



Desenvolvimento — Aula 03

01



Contextualização Didática

O professor deve iniciar perguntando: "Se Sue Storm é totalmente transparente, como a luz se comporta ao atingi-la?". Explique que, para enxergarmos algo, a luz precisa ser refletida pelo objeto e chegar aos nossos olhos.

02



Exploração do Livro

Utilize a Figura 4.2 do livro para mostrar a diferença entre um corpo que bloqueia a luz (opaco) e um que permite sua passagem (transparente). Discuta a afirmação do autor no tópico 4.6: "Se a Mulher Invisível fosse 100% transparente, ela seria cega".

03



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Visão de Cores", aba "Lâmpada Única". **Roteiro de Cliques:** Peça para o aluno ligar a lanterna clicando no botão vermelho. Mova o cursor de cor e observe os fótons (bolinhas coloridas) saindo da lâmpada e entrando no cérebro do personagem. Questione: "Se a retina da Mulher Invisível fosse transparente, os fótons parariam ali ou passariam direto? Se passarem direto, o cérebro dela recebe a informação?".

04



Experimento de Baixo Custo: "O Fantasma no Vidro"

Peça para os alunos olharem através de um copo de vidro transparente e limpo. Depois, peça para colocarem uma folha de papel preto atrás do copo. Eles notarão pequenos reflexos. Explique que a transparência perfeita (invisibilidade) exigiria que nenhuma luz refletisse, o que é quase impossível na natureza.

Atividades — Aula 03

1. Interpretativa

Com base na Figura 4.2 e no texto do tópico 4.1, defina o que é um meio transparente e explique por que a Mulher Invisível tenta se transformar em um.

2. Conceitual

Para que possamos ver o uniforme azul de Sue Storm, a luz deve ser refletida por ele. O que acontece com a luz quando ela decide usar seu poder de invisibilidade?

3. Análise Crítica

Segundo o tópico 4.6, por que a "transparência perfeita" resultaria em cegueira para a heroína?

4. Matemática Simples

A luz viaja a aproximadamente 300.000 km/s no vácuo. Se a luz leva 0,000001 segundo para atravessar Sue Storm, ela percorreu uma distância em metros ou quilômetros? (Dica: Use $d=v \times t$).

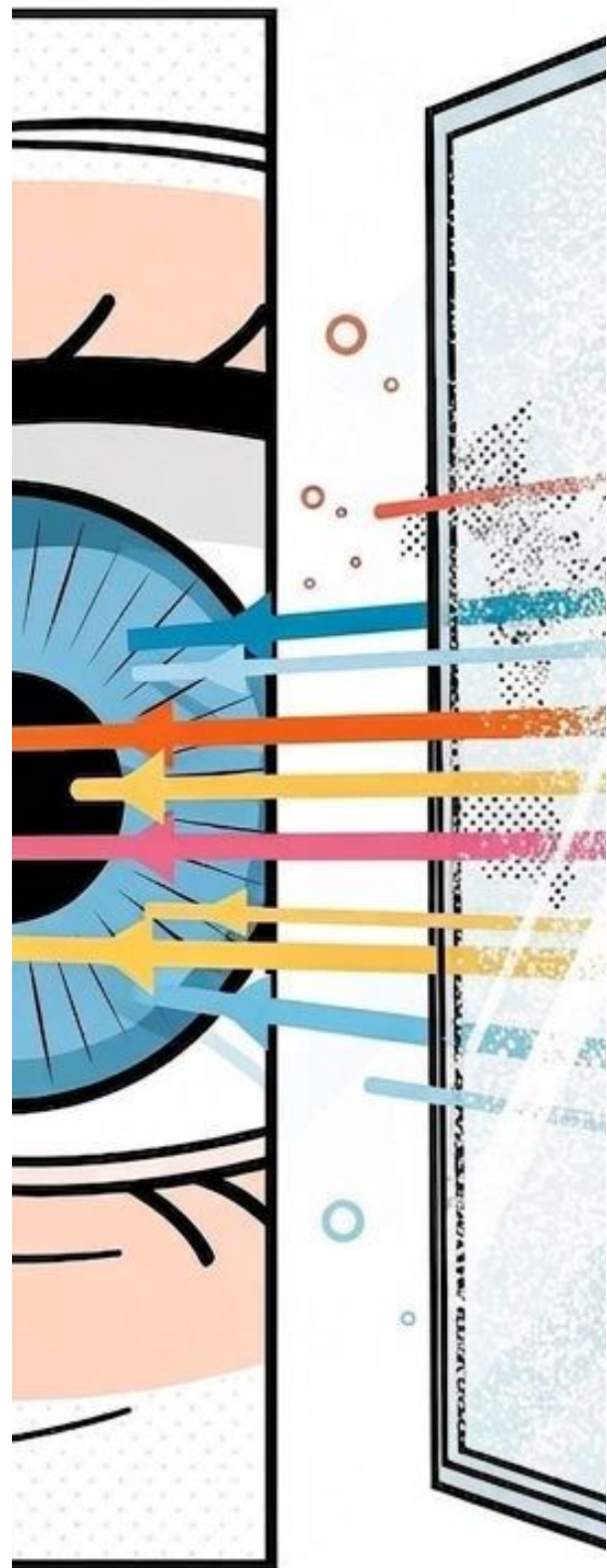
5. Simulador

No PhET "Visão de Cores", se mudarmos a cor da luz para um tom que a retina da personagem não consiga "absorver", o cérebro processará a imagem? Relacione isso com o mecanismo da visão descrito no livro.

6. Debate

Se Sue Storm não for 100% transparente e sobrar 1% de reflexão, ela ainda seria invisível para um vilão muito atento? Justifique com o conceito de "meio translúcido".

'translúcido



transparent



Aula 04: Sue Storm e o Desvio da Luz: Refração e Transparência



Livro Base

Capítulo 4 (Mulher Invisível).



Tópico Específico

4.2 A transparência e 4.3 Sendo contornada pela luz.



Conteúdo trabalhado:

Refração da Luz; Índice de Refração; Metamateriais.



BNCC

(EM13CNT301) – Interpretar modelos explicativos e realizar previsões sobre o comportamento da luz em diferentes meios.



Objetivos

1. Compreender o fenômeno da refração como a mudança de velocidade da luz ao mudar de meio.
2. Entender o conceito de índice de refração e como ele determina a "visibilidade" de objetos transparentes.
3. Conhecer a proposta teórica dos metamateriais para "desviar" a luz ao redor de um corpo.



Desenvolvimento — Aula 04

01



Problematização

O professor deve questionar: "Se Sue Storm é transparente como um vidro, por que ainda poderíamos notar sua silhueta?". Use o livro para explicar que, se o índice de refração dela for diferente do ar, a luz sofrerá um desvio (refração), revelando sua posição.

02



O Manto de Invisibilidade

Apresente o tópico 4.3 do livro. Explique que cientistas buscam criar "metamateriais" que façam a luz contornar o objeto, como a água contorna uma pedra no riacho.

03



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Desvio da Luz" (Bending Light), aba "Introdução".

Roteiro de Cliques:

03

Ligue o laser clicando no botão vermelho. Observe o raio atravessando do Ar (meio superior) para a Água (meio inferior). Peça para o aluno alterar o material do meio inferior para Vidro e observar o desvio aumentar. : Peça para o aluno colocar "Ar" em ambos os meios. O raio sofre desvio? Relacione isso com Sue Storm tentando igualar seu corpo ao índice de refração do ar para sumir de vez.

04



Experimento de Baixo Custo: "O Vidro Invisível"

O professor deve colocar um bastão de vidro (ou um copo de vidro pequeno) dentro de um recipiente maior com água. O vidro é visível. Depois, substitua a água por óleo de cozinha (que tem índice de refração muito próximo ao do vidro). O vidro "desaparecerá". Explique que Sue Storm busca esse mesmo efeito em relação ao ar.



Dica para o Professor: "O erro mais comum é os alunos acharem que a luz 'faz curva' sozinha na refração. Enfatize que a refração ocorre na fronteira entre dois meios e é causada pela mudança de velocidade da luz. A 'curva' contínua só ocorreria nos metamateriais descritos no tópico 4.3."

Atividades — Aula 04

1. Interpretativa

No tópico 4.3, o autor compara o desvio da luz nos metamateriais ao fluxo de água ao redor de uma rocha. Explique, com suas palavras, por que isso deixaria a Mulher Invisível imperceptível.

2. Conceitual

O que acontece com a velocidade da luz quando ela passa do ar para o corpo de Sue Storm (considerando-a um meio mais denso que o ar)? Como chamamos esse fenômeno?

3. Análise de Imagem

Observe a Figura 4.8 do livro. Qual a diferença entre a "Refração Convencional" e a "Refração Negativa" proposta para capas de invisibilidade?

4. Matemática Simples

O índice de refração (n) é dado por $n=c/v$ (onde $c=300.000$ km/s). Se a luz viaja a 200.000 km/s dentro do campo de força da Sue, qual o índice de refração desse campo?

5. Simulador

No simulador PhET "Desvio da Luz", ao aumentar o índice de refração do segundo meio, o raio se aproxima ou se afasta da linha normal (a linha tracejada vertical)?

6. Debate

Se Sue Richards usar um traje de metamaterial que desvia a luz ao seu redor, ela conseguirá ver o que acontece do lado de fora? Justifique com base no que aprendemos sobre a luz precisar atingir os olhos.





Aula 05: Flash e a Quebra da Barreira do Som



Livro Base

Capítulo 2 (Flash).



Tópico Específico

2.1 Correr na "modesta" velocidade do som.



Conteúdo trabalhado:

Ondas Mecânicas; Ondas Sonoras; Velocidade do Som; Ondas de Choque; Barreira do Som.



BNCC

(EM13CNT301) – Interpretar modelos explicativos e realizar previsões sobre o comportamento de ondas e a transferência de energia em meios materiais.



Objetivos

1. Compreender a natureza do som como uma onda mecânica que necessita de um meio para se propagar.
2. Entender o conceito de "Barreira do Som" e como a compressão das ondas de pressão gera o efeito Sonic Boom.
3. Relacionar o fenômeno do trovão com a expansão térmica abrupta do ar, comparando-o ao movimento do Flash.



Desenvolvimento — Aula 05

01



Provocação Acústica

O professor deve perguntar: "Se o Flash passasse correndo ao seu lado na velocidade do som, você ouviria apenas o barulho dos seus passos?". Use o tópico 2.1 para explicar que ele causaria um estrondo capaz de quebrar vidros e rachar paredes.

02



Análise de Imagem

Projete ou mostre a Figura 2.1 do livro. Explique as três situações: **Voo subsônico:** As ondas de som viajam à frente do objeto. **Atingindo a barreira:** As ondas se sobrepõem na frente do objeto. **Voo supersônico:** O objeto ultrapassa as próprias ondas, formando o Cone de Mach.

03



Conexão com a Natureza

Explique que o trovão é um exemplo natural de estrondo sônico. O raio aquece o ar, que se expande mais rápido que a velocidade do som, gerando a onda de choque que ouvimos.

04



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Ondas: Introdução", aba "Som".

Roteiro de Cliques: Selecione a visualização de "Ondas" (vistas de cima). Ligue a caixa de som clicando no botão verde. Observe as frentes de onda (faixas claras e escuras) se afastando. Peça para o aluno imaginar que a "caixa de som" é o Flash. Questione: "Se a caixa de som começasse a se mover para a direita mais rápido que as faixas que ela mesma cria, o que aconteceria com as ondas na frente dela?".

05



Experimento de Baixo Custo: "O Estalo da Toalha"

Peça para um aluno (com cuidado) dar uma "chicotada" no ar com uma toalha molhada na ponta. O som de "estalo" é um pequeno estrondo sônico; a ponta da toalha ultrapassou brevemente a velocidade do som.

 Dica para o Professor

"O erro mais comum é achar que o 'Sonic Boom' ocorre apenas no momento exato em que o herói ultrapassa a velocidade do som. O especialista adverte: esclareça que o estrondo sônico é um efeito contínuo. Enquanto o Flash estiver em velocidade supersônica, ele estará arrastando o Cone de Mach e causando estragos por onde passar."

Atividades — Aula 05

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 2.1, o que é o "Cone de Mach" e como ele se forma em relação à posição de um objeto supersônico?

2. Conceitual

Por que um vizinho do Flash saberia que ele acabou de passar em frente à sua casa mesmo sem estar olhando pela janela?

3. Análise Comparativa

O autor compara o estrondo sônico ao trovão. Qual é a causa física comum entre esses dois fenômenos, segundo o texto?

4. Matemática Simples

A velocidade do som no ar é de aproximadamente 1.224 km/h (Mach 1). Se o Flash está correndo a Mach 3, qual é a sua velocidade em km/h?

5. Fenomenológica

No simulador PhET, as frentes de onda representam variações de pressão no ar. O que acontece com essas frentes de onda quando o objeto que as gera se move na mesma velocidade que elas? (Dica: Observe a imagem central da Figura 2.1)

6. Debate

Se o Flash vivesse em um planeta sem atmosfera (vácuo), ele ainda produziria um "Sonic Boom" ao correr em supervelocidade? Justifique com base no conceito de onda mecânica.

Aula 06: Chapolin e a Corneta Paralisadora: Som, Vibração e o Zero Absoluto

Livro Base

Capítulo 5 (Chapolin Colorado).

Tópico Específico

5.5 A corneta paralisadora.

Conteúdo trabalhado:

Ondas Sonoras; Vibração Molecular; Zero Absoluto; Propagação do Som.

BNCC

(EM13CNT102) – Realizar previsões sobre o funcionamento de sistemas com base na análise das variáveis termodinâmicas e vibracionais.

Objetivos

1. Compreender que o som é produzido pela vibração da matéria e se propaga como onda mecânica.
2. Relacionar a "paralisação" total do movimento ao conceito físico de Zero Absoluto.
3. Analisar as consequências biológicas e físicas de cessar o estado vibracional dos átomos.

Desenvolvimento — Aula 06

01

Contexto Lúdico

O professor deve perguntar: "Se o Chapolin usasse a corneta em um vilão, o que aconteceria com os átomos desse vilão?". Explique que, segundo o livro, a corneta cessa o movimento, e na física, movimento atômico está ligado à temperatura e ao som.

02

A Física da Vibração

Use a Figura 2.3 (Vol. 1) para mostrar como as ondas sonoras criam zonas de compressão e rarefação no ar. Explique que se os átomos param de vibrar, não há som e a temperatura cai ao limite mínimo.

03

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Estados da Matéria: Básico", aba "Estados".
Roteiro de Cliques: Selecione a molécula de Água. Observe as moléculas agitadas (vibrando). Arraste o balde abaixo do recipiente para a opção "Frio" (Gelo) e mantenha pressionado. Peça para o aluno observar o termômetro em Kelvin. À medida que a temperatura cai, a vibração diminui. Questione: "O que acontece quando chegamos perto do 0 K? É esse o efeito da corneta do Chapolin?".

04

Experimento de Baixo Custo: "O Som que se sente"

Peça para os alunos encostarem as pontas dos dedos na lateral da garganta e emitirem um som prolongado (como um "hummmmm"). Eles sentirão a vibração. Explique que se a Corneta Paralisadora fosse real, essa vibração pararia instantaneamente, impedindo a fala.

Dica para o Professor

Nesta aula, o maior desafio pedagógico é a **abstração do movimento microscópico**. O especialista orienta que o professor foque no seguinte ponto para garantir a eficácia da aprendizagem:

Um erro clássico dos alunos é achar que a temperatura de 0°C (congelamento da água) representa a parada das moléculas. É vital enfatizar que a 0°C (ou 273 K), as moléculas ainda possuem uma energia vibracional imensa. O **Zero Absoluto** ($-273,15^{\circ}\text{C}$) é um limite teórico onde a entropia atinge seu valor mínimo e a vibração cessa quase por completo.

Atividades — Aula 06

1. Interpretativa

No tópico 5.5, o autor sugere que a corneta poderia "paralisar o tempo". Se ela paralisar apenas o movimento dos átomos de um vilão, o que aconteceria com a temperatura do corpo dele?

2. Conceitual

O som é uma onda mecânica. Se o Chapolin tocasse sua corneta no vácuo do espaço, um astronauta próximo conseguiria ouvir o som da paralisia? Justifique.

3. Matemática Simples

A escala Kelvin (K) e Celsius (C) se relacionam por $K=C+273$. Se a corneta paralisasse o vilão até ele atingir -200°C , qual seria sua temperatura em Kelvin?

4. Análise de Fenômeno

Com base na Figura 2.3, explique por que a vibração das mãos (ou da corneta) é necessária para que o som chegue aos nossos ouvidos.

5. Simulador

No PhET "Estados da Matéria", quando você esfria o sistema, as moléculas ficam mais juntas ou mais afastadas? Relacione isso com a ideia de um vilão "congelado" pela corneta.

6. Debate

Se todos os átomos de uma pessoa parassem de vibrar (Zero Absoluto), ela conseguiria continuar respirando ou seu sangue circulando? Discuta os riscos biológicos do poder do Chapolin.



Aula 07: O Sensor Aranha: Ondas de Pressão e Percepção



Livro Base

Capítulo 3 (Homem-Aranha).



Tópico Específico

3.3 O sensor aranha.



Conteúdo trabalhado:

Ondas Mecânicas; Frequência; Pressão do Ar; Meio de Propagação.



BNCC

(EM13CNT301) – Interpretar modelos explicativos e realizar previsões sobre o comportamento de ondas e a transferência de energia.



Objetivos

1. Compreender como vibrações no ar se propagam como ondas de pressão.
2. Analisar a sensibilidade mecânica através da física dos pelos sensoriais dos aracnídeos.
3. Relacionar a detecção de estímulos a variações infinitesimais de força (Newtons).



Desenvolvimento — Aula 07

01



Contexto Aracnídeo

O professor pergunta: "Como o Homem-Aranha desvia de um golpe vindo de trás?". Explique que, no livro, o "sentido aranha" é comparado aos pelos sensoriais que detectam variações na pressão do ar.

02



A Física da Emoção

Mostre que as aranhas sentem o perigo antes do toque, apenas captando o "deslocamento do ar" causado pelo objeto. Isso é uma onda mecânica de pressão.

03



Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Interferência de Ondas", aba "Som". **Roteiro de Cliques:** Selecione a visualização de "Partículas" (no canto superior direito). Ligue a caixa de som. Peça para o aluno observar como as bolinhas (ar) não viajam com a onda, elas apenas oscilam (vibram). Questione: "Se as bolinhas batem umas nas outras, elas batem nos 'pelos' do Homem-Aranha? É assim que ele 'sente' o perigo?".

04



Experimento de Baixo Custo: "O Sensor de Ar"

Alunos em duplas. Um fecha os olhos e o outro aproxima a mão rapidamente do rosto do colega (sem encostar). O "ventinho" sentido é a onda de pressão que o herói detecta de forma super amplificada.



Dica para o Professor

"O erro comum é achar que o sensor aranha é 'mágico' ou 'telepático'. O especialista orienta: use o tópico 3.3 para mostrar que é física pura: detecção de forças de apenas 0,000001 N."

Atividades — Aula 07

1. Interpretativa

Segundo o tópico 3.3, qual é a variação física no ambiente que permite à aranha detectar um objeto antes mesmo de ser tocada?

2. Conceitual

No simulador PhET, as partículas de ar apenas vibram e batem nas vizinhas. Como essa "batida" se transforma em informação para o cérebro de Peter Parker?

3. Análise Quantitativa

O livro diz que as aranhas sentem uma força de 0,000001 Newton. Se o Homem-Aranha tem o sensor 700 vezes mais sensível, qual a menor força que ele seria capaz de detectar?

4. Matemática Simples

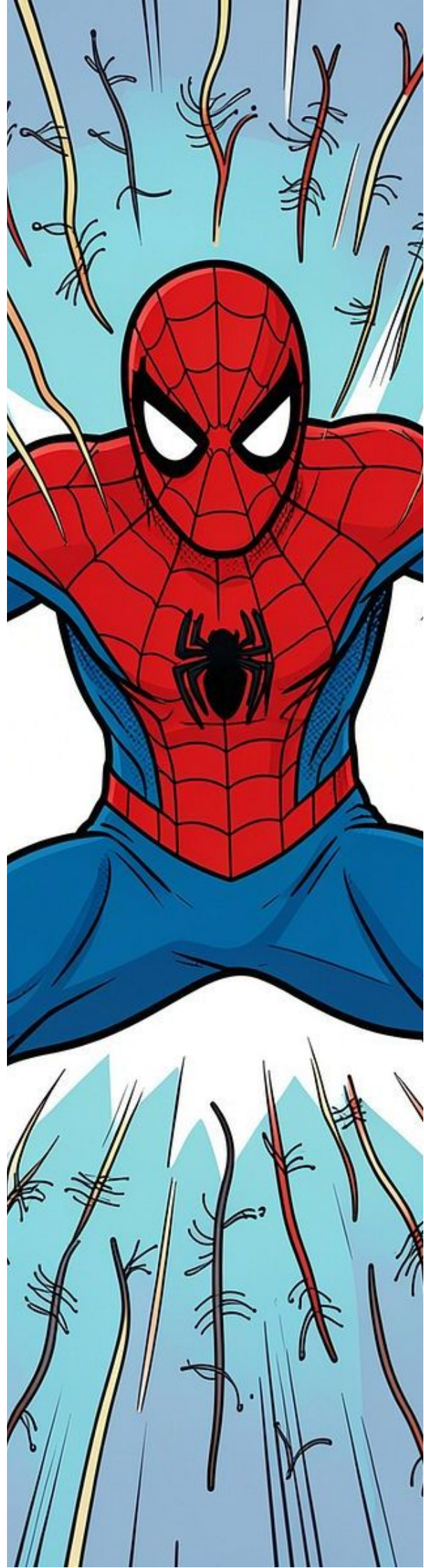
Uma onda sonora viaja a 340 m/s. Se um vilão ataca o Homem-Aranha a uma distância de 17 metros, quanto tempo a onda de pressão leva para atingir os "pelos" do herói? ($t=d/v$).

5. Comparativa

Por que é tão difícil acertar uma "chinelada" em uma aranha, considerando o conceito de pressão do ar descrito no livro?

6. Debate

O livro diz que o Homem-Aranha precisaria de 2 mil células sensoriais por pelo para ter esse poder. A biologia humana (que tem menos sensores) limita nossa capacidade de "sentir" a física ao nosso redor?



Aula 08: Flash sobre as Águas: Tensão Superficial e Empuxo

Livro Base

Capítulo 2 (Flash).

Tópico Específico

2.13 Correr sobre as águas.

Conteúdo Trabalhado:

Hidrostática; Tensão Superficial; Densidade; Empuxo.

BNCC

(EM13CNT101) – Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia.

Objetivos

1. Compreender o fenômeno da tensão superficial como uma "membrana elástica" na água.
2. Relacionar a densidade do corpo com a capacidade de flutuação (Princípio de Arquimedes).
3. Analisar como a velocidade compensa o peso para permitir a locomoção sobre fluidos.

Desenvolvimento — Aula 08

01

Desafio

Pergunte: "Se você tentar correr sobre uma piscina, você afunda. Por que alguns insetos não?". Use o tópico 2.13 para falar sobre a "tensão superficial".

02

Explicação Física

Mostre a Figura 2.4 (Tensão Superficial). Explique que a água cria uma película. No Flash, a velocidade extrema impede que ele quebre essa película por tempo suficiente para dar o próximo passo.

03

Simulação PhET (Celular/Computador)

Acesse o simulador "Densidade", aba "Introdução". Roteiro de Cliques: Selecione o bloco de "Madeira". Observe ele flutuar. Mude para o bloco de "Tijolo". Observe ele afundar. Questione: "O Flash é como o tijolo (denso), mas ao correr ele quer se comportar como a madeira. A velocidade pode mudar a 'densidade aparente' do herói?".

04

Experimento de Baixo Custo: "A Agulha que Flutua"

O professor coloca cuidadosamente uma agulha (ou clipe) na horizontal sobre a superfície de um copo com água. Ela não afunda! Explique que a agulha é o Flash, e a "pele" da água é o que a segura.

Dica para o Professor

"O erro comum é achar que o Flash flutua por ser 'leve'. O especialista adverte: destaque que o ser humano é denso e afunda; o Flash só consegue o feito por causa da velocidade e das forças resultantes da tensão superficial."

Atividades — Aula 08

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 2.13, o que permite que alguns insetos fiquem parados sobre a água sem afundar?

2. Conceitual

Por que para um ser humano "normal" é impossível caminhar sobre as águas apenas com o apoio dos pés?

3. Análise de Imagem

Com base na Figura 2.4, descreva como as moléculas de água se comportam na superfície para formar a "membrana elástica" mencionada pelo autor.

4. Matemática Simples (Densidade)

Se o Flash tem massa de 70 kg e ocupa um volume de $0,07 \text{ m}^3$, qual sua densidade? ($\rho = m/V$). Sabendo que a densidade da água é 1000 kg/m^3 , ele afundaria ou flutuaria parado?

5. Fenomenológica

O autor cita que animais que correm na água possuem "baixa densidade óssea". Como o Flash compensa seus ossos densos de humano para não afundar?

6. Debate

Se jogarmos detergente na água (que quebra a tensão superficial), o Flash conseguiria continuar correndo sobre ela? Justifique.

