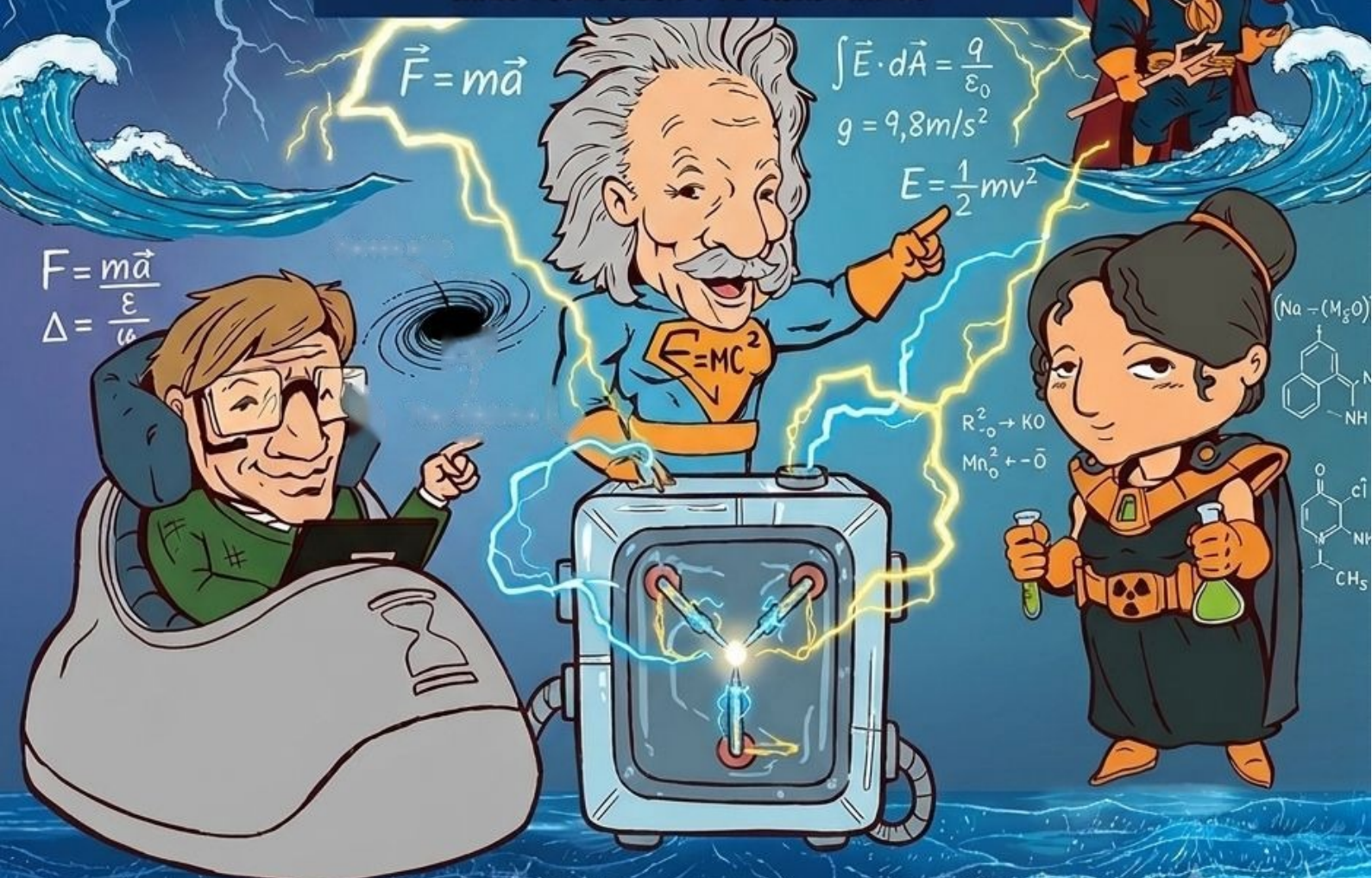


GUIA DE ATIVIDADES A FÍSICA E OS SUPER-HERÓIS VOL. 3

RONEI
COELHO

A CIÊNCIA EXPLICA AS HABILIDADES DOS PERSONAGENS
MAIS PODEROSOS DOS QUADRINHOS



1º ANO DO ENSINO MÉDIO

Guia de Atividades: 1º Ano do Ensino Médio - Física

Este guia reúne 8 aulas que conectam os conteúdos de Física do Primeiro Ano do Ensino Médio ao livro 'A Física e os Super-Heróis Vol.3' 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

Cinemática e Velocidade Escalar

- **Aula 01:** O Nado de Atlântida — Velocidade e Conversão de Unidades (*Aquaman*)
- **Aula 02:** O Som do Trovão — Velocidade do Som vs. Luz (*Thor*)



2º Bimestre

Dinâmica e Leis de Newton

- **Aula 03:** Ação e Reação nas Águas — Força de Propulsão e Arrasto (*Namor*)
- **Aula 04:** O Choque da Inércia — A Resistência ao Movimento de Electro (*Electro*)



3º Bimestre

Impulso, Colisão e Energia

- **Aula 05:** O Voo do Mjölnir — Conservação da Quantidade de Movimento (*Thor*)
- **Aula 06:** A Potência dos Mares — Trabalho e Consumo de Energia (*Aquaman*)



4º Bimestre

Gravitação, Estática e Mov. Circular

- **Aula 07:** O Equilíbrio do Martelo — Gravitação e Grávitons (*Thor*)
- **Aula 08:** A Centrífuga de Asgard — Movimento Circular e Rotação (*Thor*)

Aula 01: O Nado de Atlântida — Velocidade e Conversão de Unidades

Livro Base

Capítulo 1 (Aquaman e Namor).

Tópico Específico

1.7 Nadando em altas velocidades.

Conteúdo Trabalhado

Velocidade Escalar Média, Conversão de Unidades (km/h para m/s) e Força de Arrasto (Conceitual).

BNCC

(EM13CNT101) – Analisar e representar transformações e conservações em sistemas para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas.

Objetivos

1. Calcular a velocidade média do Aquaman utilizando dados do livro.
2. Realizar conversões entre km/h e m/s de forma direta.
3. Compreender como o atrito do fluido (arrasto) limita a velocidade de um nadador.

Desenvolvimento — Aula 01

01

Contextualização

O professor inicia descrevendo o Aquaman nadando. Explique que, para se mover, ele empurra a água para trás e a água o empurra para frente (3ª Lei de Newton).

02

Problematização

"Se o Aquaman nada a 300 m/s, como saberíamos a rapidez dele se estivéssemos em um carro marcando km/h?"

03

Explicação Teórica

Defina velocidade ($v = \Delta s / \Delta t$). Apresente a "Regra do 3,6": Para passar de m/s para km/h, multiplicamos por 3,6. Para o inverso, dividimos.

04

Demonstração

Discuta o tópico 1.7, explicando que o maior desafio de Aquaman não é a falta de força, mas o **arrasto** (atrito com a água) que tenta pará-lo.

05

Simulação PhET

Acesse o simulador "**Força e Movimento: Noções Básicas**", aba "**Aceleração**". Marque "Velocidade" e "Valores". Empurre o caixote com força constante. Observe a velocidade subir. Adicione "Atrito" (simulando a água) e veja como a velocidade demora mais para aumentar, tal como o arrasto afeta Namor e Aquaman.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é o aluno esquecer se multiplica ou divide por 3,6. Dica de especialista: 1 m/s é lento (caminhada), mas em km/h o número "parece" maior (3,6 km/h). Portanto, de m/s para km/h, **o número cresce (multiplica)**. De km/h para m/s, **o número diminui (divide)**.

Atividades — Aula 01

1. Cálculo de Velocidade

O livro afirma que o Aquaman pode nadar a uma velocidade incrível de 300 m/s. Converta essa velocidade para km/h usando a regra da multiplicação direta por 3,6.

2. Interpretativa

De acordo com o tópico 1.7, por que o atrito (chamado de **arrasto**) é considerado "inoportuno" para o Aquaman durante o nado de alta velocidade?

3. Problema de Distância

Se o Aquaman mantiver uma velocidade constante de 100 m/s para atravessar uma parte do oceano, quantos metros ele percorrerá em apenas 5 segundos? ($d=v \times t$).

4. Debate

Para diminuir o atrito com a água, nadadores reais usam toucas e depilam o corpo. O autor cita que tubarões têm escamas que melhoram a hidrodinâmica. Como essas adaptações ajudam o herói a gastar menos energia?

5. Simulador PhET

No simulador "Força e Movimento", ao aplicar uma força constante em um objeto **sem atrito**, o que acontece com o velocímetro? Relacione isso com a dificuldade do Aquaman em acelerar dentro da água (que tem muito atrito) em comparação ao vácuo.

6. CTS (Ciência e Tecnologia)

O livro menciona o traje *LZR Racer*, que reduz o atrito em até 20%. Por que tecnologias como essa são proibidas em competições olímpicas oficiais, mas seriam essenciais para Namor salvar alguém no fundo do mar?



Aula 02: O Som do Trovão — Velocidade do Som vs. Luz

Livro Base

Capítulo 2 (Thor).

Tópico Específico

2.7 O Deus do Trovão ou o Deus dos Raios?

Conteúdo Trabalhado

Velocidade da Luz (c),
Velocidade do Som (v_s),
Diferença de Tempo de Percepção e Ondas de Choque (Trovão).

BNCC

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

Objetivos

1. Diferenciar as velocidades de propagação da luz e do som no ar utilizando os dados do livro.
2. Calcular a distância de um evento climático (raio) baseando-se no tempo de atraso do trovão.
3. Compreender a formação física do trovão como uma expansão térmica violenta.

Desenvolvimento — Aula 02

01

Contextualização

O professor deve iniciar perguntando: "Por que em uma tempestade convocada por Thor, primeiro vemos o clarão (relâmpago) e só depois ouvimos o estrondo (trovão)?"

02

Explicação Teórica

Apresente os dados do autor: a luz viaja a 300.000.000 m/s, enquanto o som no ar viaja a "apenas" 340 m/s. Explique que o trovão ocorre porque o ar ao redor do raio atinge 30.000 °C e se expande violentamente, criando uma onda de choque.

03

Problematização

"Se contarmos 5 segundos entre o brilho e o barulho, o Thor está perto ou longe de nós?". Use a fórmula da distância ($d = v \times t$).

04

Simulação PhET

Acesse o simulador "**Ondas: Introdução**", aba "**Som**". Ative a visão de "Ondas". Peça para os alunos observarem como a "frente de onda" demora para atravessar a tela, enquanto a luz atravessaria o mesmo espaço instantaneamente.

  **Dica para o Professor:** Um erro comum dos alunos é achar que o raio e o trovão acontecem em momentos diferentes na nuvem. O especialista esclarece: eles são **simultâneos**. A luz chega antes porque é quase um milhão de vezes mais rápida que o som. Use a regra prática: cada 3 segundos de atraso equivalem a cerca de 1 km de distância.

Atividades — Aula 02

1. Cálculo de Distância

Você vê um relâmpago de Thor e ouve o trovão 6 segundos depois. Considerando a velocidade do som como 340 m/s, a que distância (em metros) o raio caiu? ($d=v \times t$).

2. Interpretativa

De acordo com o tópico 2.7, qual é a temperatura atingida pelo ar ao entorno do raio e o que essa temperatura causa no ar para gerar o barulho do trovão?

3. Desafio de Proporção

Com base nos números do livro (Luz = 300.000.000 m/s e Som = 340 m/s), quantas vezes a luz é mais veloz que o som? Realize a divisão direta.

4. Debate

O autor define o "raio", o "relâmpago" e o "trovão" como etapas distintas. Explique com suas palavras a diferença entre o **relâmpago** e o **trovão**.

5. Simulador PhET

No simulador de "Som", ao aumentar a **Amplitude** da fonte, o que acontece com a representação das ondas sonoras? Relacione isso com a intensidade de um trovão que cai muito perto de você.

6. CTS (Segurança)

O livro menciona que o Mjölnir atua como um para-raios por oferecer um caminho de "baixa resistência" para a eletricidade. Por que em uma tempestade de Thor nunca devemos segurar objetos metálicos altos ou ficar em campos abertos?



Aula 03: Ação e Reação nas Águas — Força de Propulsão e Arrasto



Livro Base

Capítulo 1 — Aquaman e Namor.



Tópico Específico

1.7 Nadando em altas velocidades.



Conteúdo Trabalhado

Terceira Lei de Newton (Ação e Reação), Força de Propulsão e Força de Arrasto (Atrito em fluidos).



BNCC

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

Objetivos

1. Identificar o par de forças Ação e Reação no movimento de nado do personagem Namor.
2. Compreender que a velocidade constante exige o equilíbrio entre a força de propulsão e a força de arrasto.
3. Analisar como a densidade da água influencia na dificuldade de movimento em relação ao ar.



Desenvolvimento — Aula 03

01



Contextualização

Inicie apresentando Namor, o Príncipe Submarino. Questione: "Como ele consegue sair do repouso e atingir altas velocidades embaixo d'água sem hélices ou motores?".

02



Explicação Teórica (Ação e Reação)

Use o tópico 1.7 para explicar que, ao nadar, Namor empurra a água para trás (Ação) e, instantaneamente, a água o empurra para frente (Reação) com a mesma força e direção.

03



Explicação Teórica (Arrasto)

Explique que a água "adere" ao corpo do herói, gerando uma força contrária ao movimento chamada **arrasto**. Destaque que, para manter a velocidade, a força muscular (propulsão) deve ser igual à força de arrasto.

04



Demonstração

Comente que a água é 1.000 vezes mais densa que o ar, o que torna o esforço de Namor muito maior do que se ele estivesse correndo na superfície.

05



Simulação PhET

Acesse o simulador "**Força e Movimento: Noções Básicas**", aba "**Atrito**". Coloque o objeto de 50 kg. Aplique uma "Força Aplicada" (Propulsão do Namor). Ajuste o "Atrito" (Arrasto da água) para que o valor da soma das forças seja zero. Mostre que, mesmo com forças se "anulando", o objeto mantém o movimento que já possuía (velocidade constante).



Dica para o Professor: O erro mais comum dos alunos é achar que as forças de Ação e Reação se anulam porque têm valores iguais e sentidos opostos. Corrija-os enfatizando que elas **nunca se anulam** pois atuam em **corpos diferentes**: Namor empurra a Água (Corpo 1) e a Água empurra o Namor (Corpo 2).

Atividades — Aula 03

1. Interpretativa (Ação e Reação)

De acordo com a Terceira Lei de Newton descrita no tópico 1.7, para que Namor se desloque para frente, para qual direção ele deve empurrar a água com suas mãos? Justifique.

2. Cálculo de Equilíbrio

Se a força de arrasto (resistência da água) sobre o corpo de Namor é de 500 N, qual deve ser a força mínima de propulsão que seus músculos devem exercer para que ele nade com **velocidade constante**?

3. Análise de Meio

O livro afirma que a densidade da água é 1.000 vezes maior que a do ar. Explique por que Namor gasta muito mais energia nadando a 100 km/h do que o Flash gastaria correndo na mesma velocidade no seco.

4. Debate (Biofísica)

Tubarões possuem escamas microscópicas que reduzem o arrasto. O livro sugere que Namor poderia ter adaptações parecidas. Como a redução do atrito ajuda o herói a ser um dos mais poderosos dos mares?

5. Simulador PhET

No simulador "Força e Movimento", ao aplicar uma força de 200 N para a direita em um caixote onde o atrito também é de 200 N para a esquerda, o caixote para de se mover ou continua com a velocidade que já tinha? Relacione com o nado estável de Namor.

6. CTS (Tecnologia)

O traje *LZR Racer*, citado no livro, reduz o atrito com a água. Se Namor usasse um traje desses, ele precisaria fazer **mais ou menos** força muscular para manter a mesma velocidade? Justifique.



Aula 04: O Choque da Inércia — A Resistência ao Movimento de Electro



Livro Base

Capítulo 3 (Electro).



Tópico Específico

3.5 Carregando-se eletricamente.



Conteúdo Trabalhado

Primeira Lei de Newton (Inércia), Massa como medida de inércia e Equilíbrio de Forças.



BNCC

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

Objetivos

1. Compreender o conceito de inércia como a tendência natural dos corpos de manterem seu estado de repouso ou movimento retilíneo uniforme.
2. Relacionar a massa de Electro com a força necessária para tirá-lo do lugar ou fazê-lo parar.
3. Diferenciar situações de equilíbrio e aceleração em eventos de combate entre heróis e vilões.



Desenvolvimento — Aula 04

01



Contextualização

O professor deve iniciar descrevendo o vilão Electro carregado de energia. Questione: "Se o Homem-Aranha der um soco em Electro e o vilão não se mover, isso é apenas por causa da eletricidade ou existe uma propriedade da matéria que o mantém parado?".

02



Explicação Teórica

Use o tópico 3.5 para explicar que, assim como as cargas elétricas precisam de um caminho condutor para fluir, a matéria precisa de uma força resultante para mudar seu estado. Apresente a **1ª Lei de Newton (Inércia)**: um corpo em repouso permanece em repouso a menos que uma força externa atue sobre ele.

03



Problematização

"Por que é mais difícil derrubar o Electro se ele estiver correndo em alta velocidade em direção ao Homem-Aranha?". Explique que a inércia também vale para corpos em movimento (eles tendem a continuar em linha reta).

04



Demonstração

Comente que, no livro, o autor cita que Electro pode "carregar seu corpo". Fisicamente, carregar-se de energia não muda sua massa, mas para pará-lo bruscamente em um combate, o impacto geraria uma desaceleração violenta.

05



Simulação PhET

Acesse o simulador "**Força e Movimento: Noções Básicas**", aba "**Cabo de Guerra**". Coloque dois bonecos de tamanhos iguais puxando o carrinho. Observe que ele não sai do lugar (Soma das Forças = 0). Explique que o estado de repouso é mantido pela inércia quando as forças se equilibram. Adicione um boneco maior de um lado e observe a quebra da inércia. Relacione com o Homem-Aranha tentando mover o Electro.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é o aluno achar que a inércia é uma "força" que empurra o corpo. Esclareça que a inércia é apenas uma **propriedade da matéria** (como a cor ou o tamanho). Um corpo não "tem" força de inércia, ele "tem" inércia. Quanto mais massa o vilão tiver, maior será sua inércia (mais difícil de parar ou mover).

Atividades — Aula 04

1. Interpretativa

De acordo com o tópico 3.5, o Homem-Aranha leva um choque ao tocar em Electro. Se Electro estiver parado e o herói não aplicar força suficiente para movê-lo, qual conceito da Primeira Lei de Newton explica a tendência do vilão de continuar parado?

2. Cálculo de Força

Imagine que Electro tem uma massa de 80 kg. Para tirá-lo do repouso com uma aceleração de 2 m/s^2 , qual deve ser a força resultante aplicada pelo Homem-Aranha? ($F = m \times a$).

3. Análise de Massa

No livro, Electro pode aumentar sua massa ao absorver matéria. Se a massa de Electro dobrar, o que acontece com a sua **Inércia** (sua resistência a ser movido)? Justifique.

4. Debate

O autor menciona que Electro viaja pela rede elétrica. Se ele estiver se movendo em linha reta com velocidade constante, a soma das forças que atuam sobre ele é zero ou diferente de zero? Use o conceito de Movimento Retilíneo Uniforme (MRU).

5. Simulador PhET

No simulador "Cabo de Guerra", se ambos os lados aplicarem forças iguais de 150 N, o carrinho permanece em repouso. Como isso se relaciona com o conceito de inércia em um combate onde ninguém consegue empurrar o outro?

6. CTS (Segurança)

O livro discute o perigo do choque elétrico (corrente percorrendo o corpo). Em um acidente de trânsito, a inércia faz com que os passageiros continuem em movimento após o carro parar. Por que o uso do cinto de segurança é essencial para vencer a inércia dos passageiros e evitar o impacto?

Aula 05: O Voo do Mjölfnir — Conservação da Quantidade de Movimento

Livro Base

Capítulo 2 (Thor.)

Tópico Específico

2.3 Voando com Mjölfnir

Conteúdo Trabalhado

Quantidade de Movimento ($Q = m \cdot v$), Impulso ($I = F \cdot \Delta t$) e Conservação do Momento Linear.

BNCC

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

Objetivos

1. Calcular a quantidade de movimento do martelo Mjölfnir utilizando dados de massa e velocidade do livro.
2. Compreender como Thor "pega carona" no martelo através da transferência de movimento.
3. Aplicar o princípio da conservação da quantidade de movimento em sistemas simples.

Desenvolvimento — Aula 05

01

Contextualização

O professor deve descrever a cena clássica: Thor gira o martelo e o arremessa, segurando a alça para ser puxado junto. Questione: "Como um objeto arremessado pode carregar uma pessoa?".

02

Explicação Teórica (Quantidade de Movimento)

Defina Q como o produto da massa pela velocidade ($Q = m \cdot v$). Use o exemplo do livro: se o martelo tem 1.000 kg e viaja a 108 km/h, ele possui uma "carga de movimento" imensa.

03

Explicação Teórica (Conservação)

Explique que, ao Thor segurar o martelo no ar, a quantidade de movimento total deve se conservar ($Q_{antes} = Q_{depois}$). Como a massa total aumenta (Thor + Martelo), a velocidade do conjunto deve diminuir proporcionalmente.

04

Problematização

Discuta o "Impulso". Para o martelo sair do zero e atingir alta velocidade, Thor aplica uma força durante um tempo. $I = F \cdot \Delta t$.

05

Simulação PhET

Acesse o simulador "**Colisões Lab**" (ou "Collision Lab"). Selecione um objeto com massa grande (Martelo) e outro com massa pequena (Thor). Faça o objeto grande colidir e "grudar" (colisão inelástica) no pequeno. Observe como a velocidade do conjunto após o impacto é menor que a velocidade inicial do objeto grande, ilustrando o cálculo do Quadro 2.1 do livro.

 **Dica para o Professor:** O erro mais comum é o aluno achar que a velocidade se mantém a mesma após Thor segurar o martelo. Use a analogia de um jogador de futebol correndo que pula em um carrinho de supermercado parado; o carrinho se move, mas a velocidade final do conjunto (jogador + carrinho) será menor que a velocidade que o jogador tinha antes do pulo.

Atividades — Aula 05

1. Cálculo de Momento

Conforme o Quadro 2.1, considere que o Mjölnir possui uma massa de 1.000 kg e é arremessado por Thor a uma velocidade de 30 m/s. Qual a quantidade de movimento (Q) do martelo? ($Q = m \cdot v$).

2. Interpretativa

Segundo o tópico 2.4, por que a velocidade de Thor e do martelo juntos (98 km/h) acaba sendo menor do que a velocidade do martelo sozinho (108 km/h)?

3. Teorema do Impulso

Para lançar o martelo, Thor aplica uma força média de 5.000 N durante 2 segundos. Qual o impulso (I) total fornecido ao Mjölnir? ($I = F \cdot \Delta t$).

4. Debate

O livro menciona que Thor poderia aumentar sua velocidade de voo se o Mjölnir diminuísse de massa enquanto eles se movem. Como a conservação da quantidade de movimento explica esse fenômeno?

5. Simulador PhET

No simulador "Colisões Lab", ao aumentar a massa do "martelo" antes da colisão, o que acontece com a velocidade final do conjunto após ele "segurar" o Thor? Relacione com a força do impacto.

6. CTS (Segurança)

O conceito de Impulso ($F \cdot \Delta t = \Delta Q$) explica por que carros têm "zonas de deformação". Se o Thor parasse o martelo instantaneamente em 0,01s, a força seria muito maior do que se ele parasse em 1s. Como o tempo de interação protege o corpo do herói?



Aula 06: A Potência dos Mares — Trabalho e Consumo de Energia

Livro Base

Capítulo 1 (Aquaman e Namor).

Tópico Específico

1.8 O assombroso consumo de energia.

Conteúdo Trabalhado

Trabalho de uma força ($W = F \cdot d$), Potência ($P = W/\Delta t$) e Consumo de Energia Calórica.

BNCC

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

Objetivos

1. Compreender o conceito físico de Trabalho como transferência de energia através de uma força e deslocamento.
2. Calcular a potência desenvolvida pelo Aquaman ao nadar em alta velocidade utilizando operações diretas.
3. Analisar criticamente a relação entre esforço físico e a necessidade de ingestão de alimentos (energia química).

Desenvolvimento — Aula 06

01

Contextualização

O professor deve descrever Aquaman cruzando o oceano. Explique que, para vencer a resistência da água (arrasto), ele precisa aplicar uma força constante ao longo de quilômetros.

02

Explicação Teórica (Trabalho)

Defina Trabalho (W) como a energia transferida por uma força que gera deslocamento. Reforce: se não houver movimento, não há trabalho físico.

03

Explicação Teórica (Potência)

Apresente a Potência (P) como a rapidez com que esse trabalho é feito. Use o dado do livro: nadar a 3.000 m/s faz com que Aquaman consuma 300 bilhões de Watts (Joules por segundo).

04

Problematização

"Se um nadador olímpico como Michael Phelps come 12 mil calorias por dia, quantos sanduíches o Aquaman precisaria comer para nadar nessa velocidade?". Discuta o dado do livro de que ele precisaria de 350 mil quilos de salmão por segundo!

05

Simulação PhET

Acesse o simulador "**Formas e Transformações de Energia**", aba "**Sistemas**". Selecione o **Ciclista** e o **Gerador com Lâmpada**. Mostre que, para a luz acender (Trabalho), o ciclista precisa de energia química (comida). Aumente a velocidade das pedaladas. Observe como a barra de energia química desce mais rápido. Relacione isso com o "metabolismo superacelerado" necessário para Aquaman ser tão rápido.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é o aluno achar que Trabalho é sinônimo de "cansaço". Esclareça que segurar uma pedra pesada cansa os músculos, mas como a pedra não sai do lugar, o **Trabalho Físico é zero**. No caso de Aquaman, ele realiza um trabalho imenso porque se desloca contra uma força de resistência gigantesca.

Atividades — Aula 06

1. Cálculo de Trabalho

Se o Aquaman aplica uma força constante de 1.000 N para empurrar um objeto no fundo do mar por uma distância de 50 metros, qual o trabalho total realizado? ($W = F \cdot d$).

2. Interpretativa

De acordo com o tópico 1.8, por que nadar na água exige muito mais gasto de energia (calorias) do que correr na mesma velocidade no ar?

3. Análise de Potência

O livro afirma que Aquaman consome 300 bilhões de Joules a cada segundo ao nadar em velocidade máxima. Sabendo que 1 Watt (W) = 1 Joule/segundo, qual a potência do herói em Watts?

4. Debate (Ecosistema)

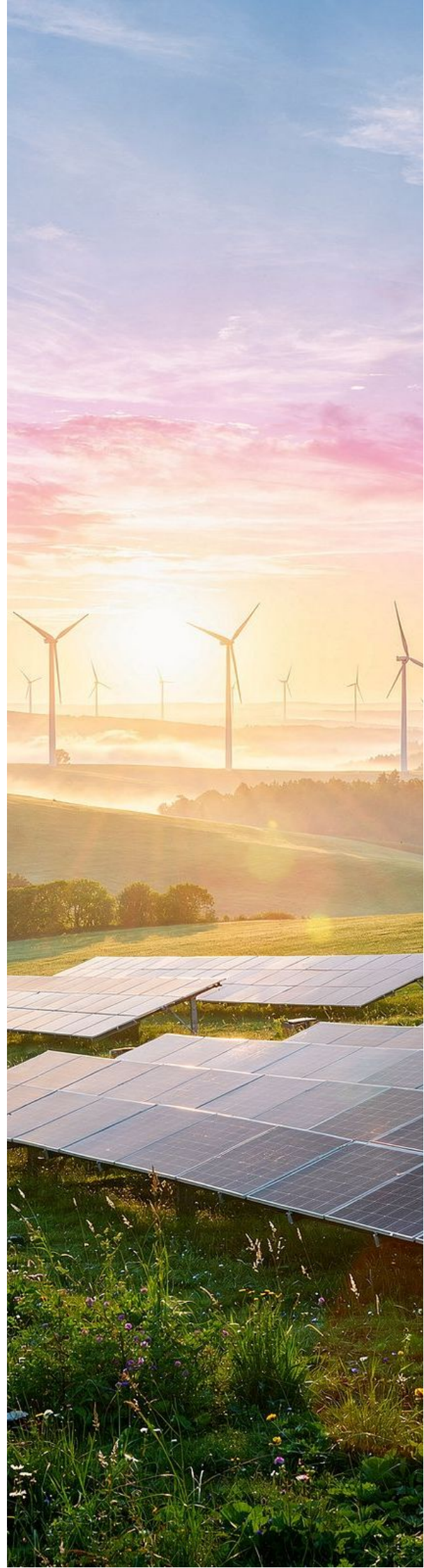
O autor menciona que, se Aquaman tivesse que comer sanduíches de salmão para sustentar seu nado, ele causaria a extinção de várias espécies. Como a física do consumo de energia explica esse impacto ambiental hipotético?

5. Simulador PhET

No simulador "Formas e Transformações de Energia", o que acontece com a barra de energia do ciclista quando ele para de "comer"? Relacione isso com a necessidade de Aquaman ter uma técnica de "cavitação" para reduzir o atrito e não morrer de fome.

6. CTS (Saúde)

Michael Phelps tem uma dieta de 12.000 kcal diárias. Aquaman precisaria de 70 milhões de kcal por segundo. Por que é biologicamente impossível para um humano comum realizar o "trabalho" de um herói atlante apenas com alimentação normal?



Aula 07: O Equilíbrio do Martelo — Gravitação e Grávitons

Livro Base

Capítulo 2 (Thor).

Tópico Específico

2.3 O incrível martelo Mjölnir.

Conteúdo Trabalhado

Lei da Gravitação Universal (Conceitual), Força Peso ($P=mg$) e a partícula Gráviton.

BNCC

(EM13CNT204) – Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

Objetivos

1. Diferenciar o peso real do martelo da sua "imobilidade" causada por forças gravitacionais extras.
2. Compreender a hipótese de que o metal asgardiano (Uru) emite grávitons para alterar a atração gravitacional.
3. Aplicar o cálculo de peso em diferentes contextos planetários (Terra vs. Asgard).

Desenvolvimento — Aula 07

01

Contextualização

O professor narra a cena de *Vingadores: Era de Ultron*: o martelo está sobre uma mesa de vidro. Vários heróis tentam levantá-lo e falham. Questiona: "Se o martelo fosse tão pesado a ponto de heróis fortes não o moverem, por que a mesa de centro não se quebrou?".

02

Explicação Teórica (Peso vs. Gravitação)

Explique que a gravidade é uma interação entre massas. Apresente a teoria de Jim Kakalios (citada no livro): o Mjölnir não é pesado o tempo todo; ele emite **grávitons** (partículas que transmitem a gravidade) apenas quando alguém "indigno" tenta erguê-lo.

03

Explicação Teórica (Anulação de Forças)

Mostre que, segundo o livro, o martelo emite grávitons na quantidade exata para anular a força de quem tenta levantá-lo. Assim que a pessoa solta o martelo, a emissão para e ele volta ao seu peso normal, por isso a mesa não quebra.

04

Problematização

"Se a Terra tem uma gravidade (g) de 10 m/s^2 e Asgard (um reino místico) tivesse uma gravidade diferente, o peso do martelo mudaria?".

05

Simulação PhET

Acesse o simulador "**Gravidade e Órbitas**", opção "**Modelo**". Ative a visualização da "Força da Gravidade" (setas azuis). Aumente a massa da estrela. Observe como a seta (força de atração) aumenta. Relacione isso com o martelo do Thor: ao emitir grávitons, ele simula um aumento de massa ou de atração, "grudando" no chão.

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é o aluno achar que "gravidade" é uma força exclusiva da Terra. Explique que qualquer objeto com massa atrai outro. O martelo é especial porque, através do metal Uru, ele consegue "manipular" essa lei da física, agindo como se sua massa fosse variável conforme a dignidade de quem o segura.

Atividades — Aula 07

1. Cálculo de Peso

Se a massa do Mjölnir em repouso é de 19 kg (conforme estimativas de fãs citadas no livro), qual o seu peso na Terra onde $g=10 \text{ m/s}^2$? ($P=mg$).

2. Interpretativa

Segundo o tópico 2.3, por que o martelo do Thor não esmaga a mesa de centro dos Vingadores, mesmo que o Incrível Hulk não consiga levá-lo dali?

3. Teoria dos Grávitons

De acordo com o texto, o que o metal Uru faz quando uma pessoa indigna tenta aplicar uma força para cima no martelo? Como isso impede o movimento?

4. Debate (Ciência vs. Magia)

A terceira Lei de Clarke diz que "qualquer tecnologia suficientemente avançada é indistinguível de magia". Você acha que os poderes de Thor são magia ou apenas uma ciência que os humanos ainda não entendem? Justifique com base no texto.

5. Simulador PhET

No simulador "Gravidade e Órbitas", se você afastar a Terra do Sol (aumentar a distância), o que acontece com a força de gravidade? Como isso se relaciona com a dificuldade de Thor ser "puxado" por planetas distantes?

6. CTS (Astronomia)

A Teoria das Cordas tenta explicar o universo em 11 dimensões e prevê a existência do gráviton. Como o domínio dessa partícula poderia ajudar a humanidade a criar tecnologias de levitação ou viagens espaciais, assim como a Bifrost asgardiana?



Aula 08: A Centrífuga de Asgard — Movimento Circular e Rotação



Livro Base

Capítulo 2 (Thor).



Tópico Específico

2.3 Voando com Mjölnir



Conteúdo Trabalhado

Movimento Circular Uniforme (MCU), Período (T), Frequência (f) e Força Centrípeta (Conceitual).



BNCC

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

Objetivos

1. Identificar grandezas do movimento circular (período e frequência) no giro do Mjölnir.
2. Compreender a necessidade de uma força central (centrípeta) para manter um objeto em trajetória curva.
3. Diferenciar a direção da velocidade (tangencial) da direção da força (radial) em movimentos de rotação.



Desenvolvimento — Aula 08

01



Contextualização

O professor deve descrever Thor preparando seu arremesso: ele gira o martelo em círculos acima da cabeça antes de soltá-lo. Questione: "Se Thor soltar a alça, para onde o martelo viaja? Ele continua fazendo curva ou sai em linha reta?"

02



Explicação Teórica (MCU)

Defina o **Período** (T) como o tempo de uma volta completa e a **Frequência** (f) como o número de voltas por segundo. Use o exemplo do livro: se Thor gira o martelo muito rápido, a frequência aumenta e o tempo de cada volta diminui.

03



Explicação Teórica (Força Centrípeta)

Explique que, para o martelo não "fugir" pela tangente, o braço de Thor deve puxá-lo constantemente para o centro. Essa força é a **Centrípeta**. Se Thor solta o martelo, a força centrípeta desaparece e a inércia faz o martelo seguir em linha reta (velocidade tangencial).

04



Demonstração

Comente que, no lançamento de martelo olímpico, os atletas giram o objeto a velocidades de 108 km/h antes da liberação. Thor, com sua força, pode atingir frequências de rotação muito maiores.

05



Simulação PhET

Acesse o simulador "**Movimento de um Projétil**", mas use-o de forma criativa: Imagine o braço do Thor como o "canhão". Discuta que, enquanto ele gira (antes do clique em "Atirar"), a força do braço segura o martelo. Ao "Atirar" (simulando Thor soltando o martelo), observe que o objeto sai em **linha reta** em relação ao ponto de saída. Alternativamente, mencione o simulador "**Revolução da Joaninha**" (Ladybug Revolution) para visualizar os vetores de velocidade (tangente) e aceleração (centro).

  **Dica para o Professor:** O erro mais comum é o aluno acreditar na existência de uma "força centrífuga" que empurra para fora. O especialista alerta: a sensação de "ir para fora" é apenas a **Inércia** do martelo tentando continuar em linha reta. O que existe fisicamente é apenas a força de Thor puxando para o centro (**centrípeta**).

Atividades — Aula 08

1. Cálculo de Frequência

Se Thor consegue completar 5 voltas com seu martelo em apenas 1 segundo, qual é a frequência (f) desse movimento em Hertz (Hz)?

2. Cálculo de Período

Sabendo que o Período (T) é o inverso da frequência ($T=1/f$), quanto tempo Thor leva para completar uma única volta no exemplo anterior?

3. Interpretativa

Conforme o tópico 2.4, Thor gira o martelo para ganhar impulso. Se ele estiver girando o Mjölnir no sentido horário e soltá-lo exatamente quando o martelo estiver na sua frente, para qual direção o martelo voará: continuará fazendo curva ou sairá em linha reta (tangente)? Justifique usando a Primeira Lei de Newton.

4. Análise de Força

Para manter um martelo de 1.000 kg em movimento circular, Thor precisa fazer muita força. Se Thor diminuir o comprimento da alça (raio) mas mantiver a mesma velocidade, ele precisará fazer **mais ou menos** força para segurar o martelo? (Dica: a força centrípeta aumenta em raios menores).

5. Debate (Gravidade Artificial)

O livro discute como asgardianos vivem em ambientes diferentes. Em naves espaciais, o movimento de rotação (como uma centrífuga) é usado para criar "gravidade artificial". Como o giro do martelo ajuda a entender que a força puxando para o centro pode "simular" o peso de um objeto?

6. Simulador PhET

No simulador de movimento circular, ao aumentar a velocidade de rotação, o que acontece com o tamanho do vetor da **Aceleração Centrípeta** (que aponta para o centro)? Relacione isso com o esforço muscular de Thor em giros de alta velocidade.