

O cosmos

CONCEITOS A EXPLORAR

Física

- A problemática física da astronáutica.
- Comportamento ondulatório da luz.
- Investigação do cosmos pela luz propagada.
- Terceira lei de Newton: ação e reação (propulsão de foguetes).
- Gravitação (movimento orbital, velocidade de escape e colisão de galáxias).
- Óptica física (composição da luz branca e espectro eletromagnético).
- Óptica geométrica (telescópios refratores e refletores).
- Dimensões do cosmos (distâncias intergaláticas).
- Ordens de grandeza (milhares e milhões de anos-luz).

Matemática

- Formulação de modelos matemáticos.
- Equações: aplicações de equação a partir de problemas físicos.

COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

Física

- Conhecer fontes de informação e formas de obter informações relevantes, sabendo interpretar notícias científicas.
- Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar e sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses e testar.
- Compreender a Física presente no mundo vivencial e nos equipamentos e procedimentos tecnológicos. Descobrir o 'como funciona' de aparelhos.
- Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.
- Reconhecer a Física enquanto construção humana, aspectos de sua história e relações com o contexto cultural, social, político e econômico.
- Dimensionar a capacidade crescente do homem propiciada pela tecnologia.
- Ser capaz de emitir juízos de valor em relação a situações sociais que envolvem aspectos físicos e/ou tecnológicos relevantes.
- Utilizar e compreender tabelas, gráficos e relações matemáticas gráficas para a expressão do saber físico. Ser capaz de discriminar e traduzir as linguagens matemática e discursiva entre si.
- Expressar-se corretamente utilizando a linguagem física adequada e elementos de sua representação simbólica. Apresentar de forma clara e objetiva o conhecimento apreendido, através de tal linguagem.



Matemática

Conhecer e utilizar conceitos físicos. Relacionar grandezas, quantificar e identificar parâmetros relevantes. Compreender e utilizar leis e teorias físicas.

Construir e investigar situações-problema, identificar a situação física, utilizar modelos físicos, generalizar de uma a outra situação, prever, avaliar e analisar previsões.

Reconhecer o papel da Física no sistema produtivo, compreendendo a evolução dos meios tecnológicos e sua relação dinâmica com a evolução do conhecimento científico.

Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.

Procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema.

Selecionar estratégias de resolução de problemas.

Fazer e validar conjecturas, experimentando, recorrendo a modelos, esboços, fatos conhecidos, relações e propriedades.

Aplicar conhecimentos e métodos matemáticos em situações reais, em especial em outras áreas do conhecimento.

INTERFACE COM OUTRAS DISCIPLINAS

Filosofia

Implicações sociais e culturais advindas do progresso tecnológico gerado pela corrida espacial.

História

A corrida espacial e a Guerra Fria.

SUGESTÕES PARA EXPLORAR O VÍDEO

Física

João Paulo Delicato

Explore o trecho inicial do vídeo, que trata da história da astronáutica, para abordar o caminho tecnológico em direção às estrelas. O filme volta em seguida seu

olhar para o céu e mostra que não precisamos chegar até as estrelas para conhecê-las: a luz é uma das maiores ferramentas de investigação física do Universo.

Tecnologia astronáutica

Acompanhando o vídeo, comece pelo estudo dos princípios de funcionamento dos foguetes: expansão gasosa por combustão; ação e reação na propulsão; conservação da quantidade de movimento; impulso; e a Primeira lei de Newton, até teorias da gravitação.

Proponha como questão:

- Por que existe uma velocidade de escape? (~ 28.000 km/h).

A despeito das distâncias astronômicas, podemos questionar:

- O que significa uma viagem até outros planetas do Sistema Solar, após a ida à Lua?
- Quais as dimensões do sistema gravitacional Sol-Plutão?

Atividade

Monte um Sistema Solar em escala: em um campo de futebol, marque as posições com cartões simples representando os planetas, medindo as distâncias com uma trena ou metro. Considerando como 1 metro a distância entre a Terra e o Sol teremos:

Do Sol a Mercúrio	0,4 m
Do Sol a Vênus	0,7 m
Do Sol à Terra	1,0 m
Do Sol a Marte	1,5 m
Do Sol a Júpiter	5,0 m
Do Sol a Saturno	9,5 m
Do Sol a Urano	20,0 m
Do Sol a Netuno	30,0 m
Do Sol a Plutão	40,0 m

- Nessa montagem, reviva com sua classe a gloriosa ida da humanidade à Lua, levando os alunos a observar que, nessa escala, teriam viajado apenas 2 milímetros.

- Uma vez que nessa escala 150 milhões de quilômetros valem 1 metro, o Sol teria 9 mm de diâmetro e Plutão teria 1 centésimo de milímetro. Com esses dados, é possível obter as respostas:

- Questão 1: se já foram transpostos 2 milímetros, faltam 39 metros para chegar a Plutão e 270 quilômetros para chegar a Próxima Centauri, a estrela mais próxima do nosso sistema.

- Questão 2: basta apreciar o sistema em escala montado e observar que o Sol, uma bolinha de 9 milímetros, é capaz de manter preso a sua gravidade um corpo a 40 metros dali.

A s informações da luz

O vídeo mostra como a investigação dos astros depende principalmente do conhecimento da luz. Assim, se já tiver sido apresentado o conceito da natureza ondulatória da luz, será possível tratar apenas das propriedades e classificações das variadas frequências de emissão.

As análises substanciais mostram que existe uma relação direta entre a luz e os comportamentos atômicos,

desde a absorção de espectros pelos elementos químicos até suas temperaturas. O *red-shift*, ou decalagem espectral, mostra também uma relação com a velocidade da fonte de emissão num efeito Doppler.

Na parte final do vídeo, o funcionamento do telescópio Hubble é explicado de uma forma que se aplica a qualquer telescópio newtoniano comum.

Atividade

Avalie com os alunos a coloração de um metal incandescente em várias etapas de aquecimento,

deixando evidente a relação energia-frequência-color observada.

Física

Sérgio Quadros

Os quatro módulos do vídeo podem ser utilizados para discutir temas como: gravitação, ação e reação, reflexão e refração da luz, composição da luz branca, espectro da luz, ondas, óptica geométrica, ordens de grandeza e medição de distâncias, entre outros.

Para colocar em discussão um tema pouco comum, e bem rico, explore o terceiro módulo: “O infinito”, que apresenta a utilidade das estrelas cefeidas para a determinação das **distâncias intergaláticas**.

As estrelas cefeidas têm luminosidade variável, pois atravessam uma etapa de evolução estelar na

qual há uma instabilidade interna: a estrela ‘pulsar’ como um coração, expandindo e contraindo seu raio a intervalos regulares. Quando a estrela se expande, sua superfície se resfria e ela emite luz com menor intensidade. Quando se contrai ocorre o oposto: brilha mais intensamente.

Em 1908, Henrietta Leavitt descobriu uma relação entre o período de oscilação de uma cefeida e sua luminosidade total. Aquelas que pulsam mais lentamente são mais luminosas, enquanto as que pulsam rapidamente têm menor luminosidade. Os períodos de oscilação das cefeidas variam de 1 a 100 dias.



Quando a luminosidade de uma estrela é conhecida, podemos compará-la a seu brilho aparente, visto aqui da Terra, e assim conhecer sua dis-

tância até nós. Estrelas mais distantes têm brilho mais tênue, de acordo com a conhecida lei do inverso do quadrado da distância.

Um método eficiente para calcular a distância dos corpos celestes em relação à Terra é o da **paralaxe**. Se um astro for observado em duas datas distintas, separadas por um intervalo de seis meses, sua posição no fundo das estrelas longínquas muda, porque a Terra mudou de lugar (seis meses é a maior distância que conseguimos andar, correspondente ao diâmetro da órbita da Terra).

A magnitude dessa mudança depende da distância do astro. Construindo um triângulo com vértices nas duas posições da Terra e no astro observado, e conhecidos o ângulo de paralaxe

e o diâmetro da órbita de nosso planeta, a altura desse triângulo, que pode ser determinada geometricamente, corresponde à distância do astro até nós. (Para os alunos observarem o efeito de paralaxe, sugira que coloquem o indicador à frente do rosto e fechem os olhos alternadamente, observando como muda a posição do dedo no cenário de fundo.)

No entanto, o método da paralaxe não é eficiente para objetos muito distantes, pois o ângulo de paralaxe é pequeno demais (inferior ao erro da medida). É aí que entram em cena as cefeidas.

O papel das cefeidas

As distâncias até as cefeidas mais próximas foram calculadas pelo método da paralaxe. A partir da distância e de sua magnitude aparente (a intensidade de seu brilho, visto daqui), pôde ser calculada sua luminosidade real. Henrietta Leavitt construiu então um gráfico de luminosidade versus período de oscilação para essas cefeidas, constatando um comportamento linear.

Para calcular a distância a uma galáxia afastada, os astrônomos procuram estrelas cefeidas nessa galáxia. A partir do período de oscilação, utilizam a relação linear descoberta por Leavitt e cal-

culam a luminosidade real. Comparando-a com o brilho aparente da estrela, calculam a distância, utilizando a relação de inverso do quadrado.

Além de ser muito curiosa, essa técnica de medição de distâncias apresenta em parte aos alunos um caminho seguido pelos cientistas: um problema (determinação das distâncias quando a paralaxe é pequena); um conjunto de conhecimentos (lei do inverso do quadrado, relação luminosidade versus período das cefeidas, geometria plana etc.); e a solução (uso das cefeidas para determinar a distância).

Matemática

Walter Spinelli

Construa com a classe uma linha do tempo, mostrando a cronologia dos acontecimentos mencionados na primeira parte do vídeo. Oriente então uma pesquisa para acrescentar a essa linha outros acontecimentos e aspectos históricos importantes ocorridos durante o período da Guerra Fria. Mostre como tais eventos interferiram nas relações entre os países envolvidos na corrida espacial, bem como nas relações internacionais de modo geral.

Terminada a construção da linha do tempo, discuta com os alunos as consequências que os acontecimentos desse período (dos anos 50 até meados da década de 70) trouxeram para as gerações futuras.

O que estaria diferente em nossas vidas se o homem não tivesse pisado na Lua?

Quais os progressos tecnológicos que usufruímos hoje por conta do desenvolvimento científico gera-

do com a corrida espacial?

Na discussão do vídeo, a Matemática será uma importante ferramenta para auxiliar a Física, na montagem e na resolução de equações associadas aos fenômenos da mecânica clássica envolvidos nos movimentos de foguetes e satélites.

Os demais trechos do vídeo se concentram quase totalmente na discussão e na aplicação de alguns conceitos físicos: análise de linhas espectrais, radiações eletromagnéticas, distâncias estelares, corpos celestes e princípios ópticos, entre outros.

Nesse caso, a Física deve 'puxar' o trabalho e exigir prontidão da Matemática para interferir quando necessário e implementar uma discussão acerca dos modelos utilizados na análise dos dados e das equações que calculam os parâmetros importantes em cada caso.