

Arco-íris

CONCEITOS A EXPLORAR

F ilosofia	<ul style="list-style-type: none">Origem da filosofia.Relação entre religião e ciência.
M atemática	<ul style="list-style-type: none">Geometria analítica: conceito de circunferência e outras cônicas (elipse, parábola e hipérbole).Geometria plana: paralelismo; circunferência (conceito e elementos); ângulos na circunferência; razões trigonométricas; semelhança de figuras planas; homotetia; área do círculo, do setor circular e da coroa circular.Geometria espacial: cone, cilindro e esfera – geração das superfícies; elementos; cálculos tais como área da superfície e volume.
F ísica	<ul style="list-style-type: none">Reflexão e refração.Decomposição da luz.

COMPETÊNCIAS A DESENVOLVER

F ilosofia	<ul style="list-style-type: none">Ler, de modo filosófico, textos de diferentes estruturas e registros.Debater, tomando uma posição, defendendo-a argumentativamente e mudando de posição face a argumentos mais consistentes.
M atemática	<ul style="list-style-type: none">Utilizar corretamente instrumentos de medição e de desenho.Procurar, selecionar e interpretar informações relativas ao problema.Interpretar e criticar resultados numa situação concreta.Discutir idéias e produzir argumentos convincentes.
F ísica	<ul style="list-style-type: none">Desenvolver a capacidade de investigação física. Classificar, organizar, sistematizar. Identificar regularidades. Observar, estimar ordens de grandeza, compreender o conceito de medir, fazer hipóteses, testar.Articular o conhecimento físico com conhecimentos de outras áreas do saber científico.Estabelecer relações entre o conhecimento físico e outras formas de expressão da cultura humana.

SUGESTÕES PARA EXPLORAR O VÍDEO

Filosofia

Gilda Maria Pompéia Soares

Em diferentes culturas, o arco-íris simbolizou a ponte entre o céu e a terra, em que deuses transitam de seu mundo ao nosso, a aliança divina com a humanidade, o domínio da magia no mundo terreno, onde gnomos guardam seu pote de ouro, e muitas outras coisas. Já para a ciência moderna – desde Newton, que o decompôs no prisma –, o arco-íris é um fenômeno óptico, uma ilusão, causada pela refração da luz, que pode ser matematicamente compreendida como um espectro eletro-

magnético de diferentes comprimentos de onda.

Entre uma e outra visão de mundo, a mística e a científica, está a busca comum por uma interpretação dos fenômenos naturais, originada sobretudo na investigação filosófica empreendida desde a Grécia antiga e depois continuada até a época medieval. Contraindo-se à explicação religiosa e mitológica do universo, pensadores da Antiguidade e mais tarde da Idade Média desempenharam assim um papel fundamental na construção da ciência moderna.

Atividade

Peça aos alunos para pesquisarem mitos ligados ao arco-íris em diferentes culturas – desde povos antigos até indígenas ou africanos atuais –, buscando reconhecer na interpretação de seus conteúdos simbólicos a estrutura de inquirição pró-

pria da filosofia e os modos de se fazer uma investigação filosófica, com elaboração de perguntas, hipóteses, verificabilidade das proposições, refutações etc., e de que modo isso fez a ciência derivar da religiosidade.

Matemática

Márcia Marinho Aidar

O vídeo aborda tópicos de geometria plana, espacial e analítica. Logo no início é mostrada a forma do arco-íris, pela composição de várias fotografias. Na realidade, trata-se de arcos de circunferência, e não de setores circulares, como afirma o documentário. A

circunferência é unidimensional – uma linha – e suas partes são denominadas arcos. Já o círculo é uma figura plana, que consiste na união da circunferência com sua superfície interna; seções do círculo são superfícies do círculo delimitadas por dois raios.

Geometria analítica

Para introduzir o conceito de circunferência e cônicas, deduzindo suas equações, desenvolva duas

atividades em que precisará de giz, pedaços de barbante e fita crepe.

Atividade 1

1. Dobre um pedaço de barbante de mais ou menos 40 cm e fixe a ponta dupla com fita crepe em um ponto da lousa.
2. Introduza o giz na dobra e trace uma circunfe-

rência em torno do ponto fixo.

3. Mostre como essa circunferência é o lugar geométrico dos pontos do plano que distam 20 cm de um ponto dado (centro).

4. Chamando-se o centro de (a,b) e os pontos da circunferência de (x,y) , e utilizando a fórmula da distância entre dois pontos, peça para os alunos traduzirem para a linguagem matemática a sentença:

“A distância de um ponto genérico da circunferência (x,y) ao seu centro (a,b) é igual ao seu raio (r) .”

Elevando ambos os membros da equação ao quadrado, os alunos terão deduzido a equação da circunferência:

$$(x-a)^2 + (y-b)^2 = r^2$$

Atividade 2

Repita o procedimento, agora com a elipse.

1. Fixe cada extremidade do barbante (de aproximadamente 60 cm) em um ponto (F^1 e F^2).
2. Faça o movimento do giz no barbante, produzindo uma elipse cujos focos são os pontos F^1 e F^2 .
3. Leve os alunos a concluir que a elipse é o conjunto dos pontos do plano cuja soma das distâncias a F^1 e F^2 é constante.

4. Na figura formada, destaque os elementos da elipse (focos, centro, eixos, distância focal e excentricidade) e, dependendo da destreza dos alunos, peça que deduzam a equação da elipse cujo centro está na origem do sistema cartesiano.

A mesma idéia pode ser aproveitada para o estudo da hipérbole e da parábola.

O princípio do tempo mínimo

Outro aspecto a ser aproveitado no vídeo encontra-se no trecho que mostra a formação do arco-íris pela refração e reflexão dos raios solares em gotas d'água. Na geometria euclidiana, a menor distância entre dois pontos é um segmento de reta. Por que então o raio de luz não 'escolhe' esse caminho, quando há mudança de meio? Qual a 'justificativa' para o fenômeno da refração?

Coloque a seguinte situação-problema:

Você está no canto de uma praia bem extensa. Enxerga do outro lado um banhista pedindo socorro. Qual o melhor caminho a fazer para socorrê-lo? Seria a linha reta?

O aluno deve utilizar adequadamente os conceitos de tempo e velocidade para justificar a escolha do caminho mais rápido. Evidentemente não será uma linha reta, pois sua velocidade na terra, correndo, é muito maior do que no mar, a nado.

O mesmo ocorre com a luz. Quando passa de um meio a outro mais refringente, no qual a velocidade de propagação da onda é mais lenta, ela muda de direção. O percurso da luz, tal como 'escolhido pela mãe natureza', é aquele de maior velocidade ou menor tempo, e não a distância mínima. Trata-se do princípio do tempo mínimo.

G eometria espacial

A imagem dos raios incidentes e dos raios refletidos presta-se à definição do conceito de superfície de

revolução e especialmente de cilindro, cone e seus elementos.

Atividade

Oriente a construção de um cone semelhante ao formado pelos raios refletidos em um arco-íris. Esse é um exercício complexo e interessante, que envolve todos os elementos do cone, exige sua completa

visualização e abarca ainda diversos tópicos da geometria plana. O cone a ser construído deve ter a mesma base do que é apresentado no vídeo. Leve os alunos a descobrir quanto deve medir o

ângulo do setor circular, de modo que, quando formado o cone, o ângulo entre o raio refletido e a linha da sombra (ângulo entre duas geratrizes opostas, isto é, cujas extremidades coincidem com as extremidades de um diâmetro da base do cone) seja de 42° , como no arco-íris.

1. Como descobrir o raio (r) da base:

O raio é um cateto do triângulo retângulo cuja hipotenusa é a geratriz (g) e o outro cateto é a altura do cone.

$$\begin{aligned} \text{sen } 21^\circ &= r/g \\ \text{logo, } r &= 0,36 \cdot g \end{aligned}$$

(Valores aproximados e em função da geratriz, que pode ter qualquer medida.)

2. Como calcular o comprimento da circunferência da base:

$$C = 2 \cdot 3,14 \cdot r = 2,26 \cdot g$$

3. 'Abrindo-se' o cone, o valor C é agora o comprimento do arco de circunferência cujo raio é g . Pela proporcionalidade entre esse valor, o ângulo do setor (x), o comprimento total e o arco total (360°), descobre-se o valor de x .

A regra de três fica:

$$C / x = 2 \cdot 3,14 \cdot g / 360^\circ$$

Conclui-se que x vale aproximadamente 129° .

Física

Sérgio Quadros

No final do vídeo há uma pergunta de 'desafio', cuja resposta é apresentada logo em seguida, junto com os créditos. A explicação para a imagem dos dois arco-íris cruzados, exibida no filme, é que um deles é produzido pela luz solar direta; o outro, pela luz refletida em uma lagoa. Ou seja, são necessárias duas fontes de luz. Interrompa a fita antes dessa explicação, para que os alunos possam, por meio de um experimento, levantar hipóteses e, depois, chegar à solução.

Utilize uma lanterna potente para gerar um arco-íris em um jato d'água de mangueira. Com isso, os alunos devem perceber a relação entre a posição da fonte de luz (lanterna), as gotas que refletem e decompõem a luz (o jato d'água) e o observador (eles próprios). Mudando a posição da lanterna, é possível obter o círculo completo do arco-íris, verificando-se experimentalmente algumas das características do fenômeno apresentadas no vídeo.

Por mais que as condições sejam alteradas, variando as posições de fonte/gotas/observador, jamais surgirá um segundo arco para cruzar o primeiro (é

até possível visualizar um segundo arco-íris, concêntrico). Com a experimentação, pode surgir a idéia de uma segunda fonte de luz. O posicionamento correto das duas fontes, em relação às gotas e ao observador, criará o efeito desejado: dois arco-íris que se cruzam.

Restará, portanto, descobrir a possível origem da segunda fonte de luz na foto exibida no vídeo. A idéia da reflexão da luz solar em um espelho d'água não tardará a ser proposta: dê algum tempo aos alunos. Se perceber que as sugestões se afastam muito dessa possibilidade, procure orientar a discussão, mas sem oferecer diretamente a resposta.

Como resultado desse experimento simples, a compreensão do fenômeno do arco-íris ficará sedimentada. Uma segunda exibição do filme, nesse ponto, deverá proporcionar um segundo nível de 'leitura', com atenção maior aos detalhes. Dessa vez, no entanto, não suprima a resposta ao 'desafio' final. Caso os alunos tenham chegado à resposta (reflexão da luz solar em um espelho d'água), esse momento será especialmente prazeroso.

Consulte também

FIGUEIREDO, Aníbal & PIETROCOLA, Maurício. *Luz e cores*. São Paulo, FTD, 1997.

IEZZI, Gelson et al. *Fundamentos de Matemática elementar*. São Paulo, Atual, 1983.