

# Sombra e Penumbra

## Sombra e Penumbra <sup>1</sup>

### 1) PROBLEMATIZAÇÃO:

*“Os exemplos mais notáveis da formação de sombra e penumbras são, certamente, os eclipses da Lua e do Sol. Em séculos passados - e ainda hoje, em algumas civilizações primitivas - eles foram motivos de lendas muito interessantes, sendo considerados por alguns como 'sinais dos céus' de que acontecimentos importantes iriam ocorrer (o fim do mundo, por exemplo). Hoje em dia eles não causam mais medo, sendo admirados pelas pessoas e servindo de objeto de estudo para os cientistas”<sup>2</sup>*



Figura 1: Eclipse Lunar<sup>3</sup>

### 2) PERGUNTAS-CHAVE:

2.1) As figuras a seguir ilustram fenômenos físicos relativos à propagação da luz. Na sua opinião existe diferença entre os fenômenos ilustrados? Justifique.



Figura 2<sup>4</sup>



Figura 3<sup>5</sup>

2.2) Na linguagem coloquial as palavras sombra e penumbra são usadas com bastante frequência. Você considera que na linguagem científica estas palavras têm o mesmo significado? Explique.

2.3) Dois colegas conversando sobre a propagação da luz concluem que a sombra de um objeto:

- i) é sempre bidimensional;
- ii) independe da cor do objeto;
- iii) tem a cor da luz da fonte que o ilumina.

Analise as conclusões acima e assinale aquela(s) que está(ão) correta(s). Justifique sua resposta.

2.4) A figura 4 representa uma montagem, na qual **F** é uma pequena fonte de luz branca, enquanto que **O** e **A** um objeto opaco e um anteparo, respectivamente.

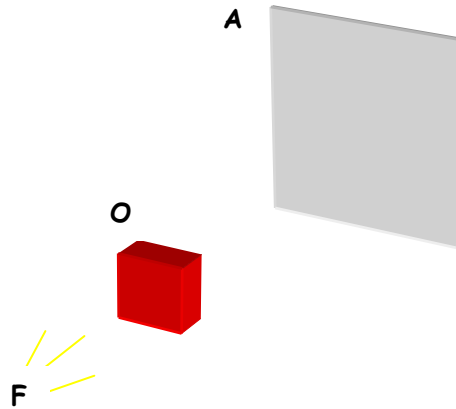


Figura 4: Objeto tridimensional iluminado por uma pequena fonte de luz

Sabendo que **F**, **O** e **A** estão alinhados, responda:

- A) Quando a fonte **F** estiver acesa, o que será observado no anteparo?
  - B) Mantendo **F** acesa, o que acontece quando se afasta **O** de **A**? E quando se aproxima?
- 2.5) Suponha que na montagem anterior a fonte de luz seja substituída por uma outra, **F'**, também de luz branca, porém de tamanho extenso, quando comparado às dimensões do objeto.
- A) Você julga que ao se iluminar o objeto com **F'** ocorrerá algum tipo de mudança, em relação ao que foi observado no anteparo ao ser usada a fonte **F**? Justifique.
  - B) E se for colocado um filtro de luz colorido na saída do feixe de luz de **F'**, o que será observado no anteparo?

### 3) CONCEITOS-CHAVE:

#### 3.1)- Óptica geométrica:

*"A óptica é o ramo da Física onde se estuda a interação da radiação eletromagnética com a matéria. O domínio no qual admite-se como retilínea a propagação das ondas eletromagnéticas chama-se óptica geométrica"*<sup>6</sup>

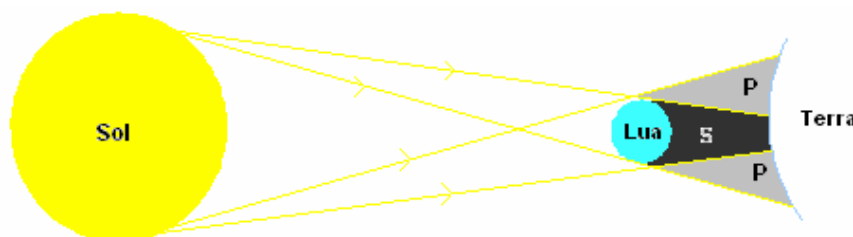


Figura 5: Representação da propagação retilínea da luz.

### 3.2) Sombra:

Sombra é uma região escura formada pela ausência total da luz, devido à existência de um obstáculo iluminado por uma fonte de luz, cuja dimensão é desprezível em relação ao obstáculo (Por exemplo, a região **S**, na Figura 5).

### 3.3) Penumbra:

Penumbra é a região escura formada pela ausência parcial da luz (Por exemplo, a região **P**, na Figura 5).

### 3.4) Imagem:

É a reprodução de um determinado objeto por um sistema óptico.

### 3.5) Matemática das sombras:

*"A formação de sombras - temperada com uma 'pitada' de geometria - pode ser utilizada para determinar a altura de um objeto, numa situação na qual ele não pode ser medido diretamente".<sup>7</sup>*

Na figura 6 estão representados: um poste de altura  $P$ , uma haste de altura  $H$  e as projeções de suas sombras no solo,  $S$  e  $s$ , respectivamente. Em um dia ensolarado é possível não só observar  $S$  e  $s$ , como também determinar a altura do poste, já que os comprimentos  $H, S$  e  $s$  podem ser medidos com facilidade.

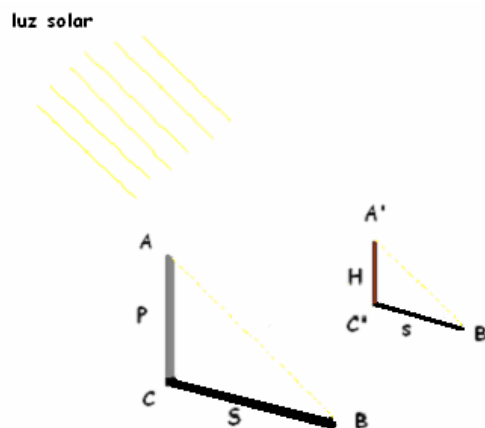


Figura 6: Formação das sombras,  $S$  e  $s$ , respectivamente, de um poste ( $P$ ) e de uma haste ( $H$ ), no solo.

Através da semelhança dos triângulos  $ABC$  e  $A'B'C'$  é possível obter a relação:

$$\frac{P}{S} = \frac{H}{s}$$

## 4) ATIVIDADE EM GRUPO:

Sugere-se que após a introdução do tema, a partir do texto da problematização, o professor divida a turma em grupos e solicite aos alunos que discutam e respondam as perguntas-chave. Em seguida, propõe-se a exploração do kit

experimental (descrição no item 5) para a observação da formação de sombras e penumbras em diferentes situações, a fim de possibilitar: o confronto entre as observações e as respostas elaboradas pelos grupos de alunos nas perguntas-chave, a introdução do modelo científico e a evolução conceitual. Por fim, sugere-se que os alunos respondam as perguntas apresentadas no item Avaliação da aprendizagem. Esta última etapa, a critério do professor e disponibilidade de tempo, poderá ser feita individualmente como tarefa extraclasse.

## **5)- CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DO KIT:**

### **5.1) Material\*:**

- 1 caixa de papelão 20 cm x 65 cm x 20 cm;
- plástico adesivo branco;
- fita adesiva dupla face;
- papel silueta;
- velcro;
- plástico adesivo preto;
- 1 lanterna de fonte extensa;
- 1 lanterna de fonte puntiforme;
- 1 lanterna (fonte puntiforme) com variação angular;
- 1 caixa de fósforos vazia;
- 1 bola de isopor de diâmetro 70 mm;
- 2 bolas de isopor de diâmetro 50 mm;
- tinta para isopor colorida;
- 3 agulhas de costura;
- 3 palitos de madeira com 5 cm de comprimento;
- 6 tampinhas de refrigerante;
- cola epóxi;
- tesoura;
- cola de madeira;
- cola de isopor;
- filtros de luz circulares - gelatina (material usado em equipamentos para iluminação de shows);
- 2 objetos de madeira bidimensionais;
- 1 pequeno objeto tridimensional.

### **5.2) Construção:**

- Preencher as tampinhas de refrigerante com cola epóxi e fixar, na vertical, em 3 delas as agulhas e, nas demais, os palitos de madeira, para que venham a servir de suporte para os objetos;

---

\* Os cinco primeiros itens listados só serão necessários se o ambiente da sala de aula não puder ser escurecido (luz apagada, cortinas fechadas, etc), pois a claridade dificulta sobremaneira as observações propostas no experimento.

- Pintar uma das bolas de diâmetro 50 mm com a tinta para isopor colorida;
- Encapar a caixa de fósforos com plástico adesivo preto;
- Fixar as bolas, com cola de isopor, uma em cada suporte com agulha;
- Colar os objetos bidimensionais nos palitos de madeira dos suportes, usando a cola de madeira.



Figura 7: Ilustração dos objetos bi e tridimensionais nos respectivos suportes.

### Sugestão para o caso em que o ambiente seja muito claro

- Utilizar a caixa de papelão, retirando uma das faces de menor dimensão;
- Revestir a parte interna de duas faces da caixa de papelão com plástico adesivo branco, conforme ilustra a figura 8;

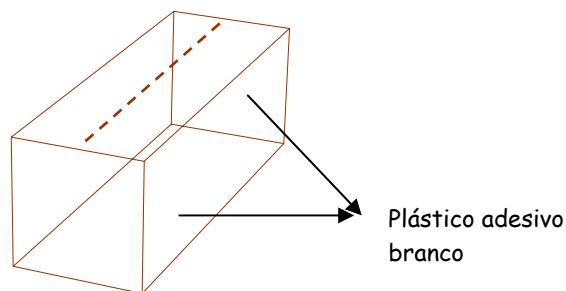


Figura 8: Indicação do revestimento interno da caixa de papelão.

- Encapar a parte externa da caixa com o papel silueta. Para tanto, sugere-se o uso da fita dupla face;
- Fixar, com a cola de madeira, pedaços de velcro, de modo que sirvam de fechos para a tampa.

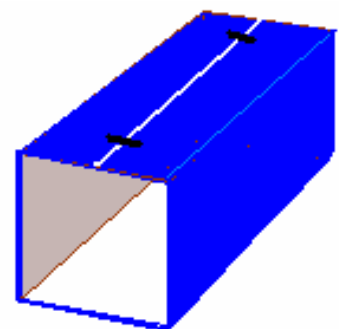


Figura 9: Ilustração da montagem da caixa.

## 6) FUNCIONAMENTO DO KIT:

- 1º) Com a lanterna de fonte puntiforme, ilumine a esfera branca de 50 mm, mantendo o feixe de luz direcionado para o centro da esfera; aproxime e afaste a lanterna da esfera e observe o que ocorre no anteparo;

- 2º) Repita o procedimento anterior, utilizando a esfera colorida e compare com as observações realizadas com a esfera branca;
- 3º) Ilumine o objeto bidimensional, primeiramente com a lanterna de fonte puntiforme e, em seguida, com a extensa. Compare o que acontece no anteparo.
- 4º) Coloque filtros de luz nas lanternas de fonte puntiforme e extensa e repita o procedimento anterior. Você notou alguma diferença entre essas observações e as realizadas com as lanternas sem filtros de luz?
- 5º) Prenda na caixa, ou em um suporte, a lanterna de fonte puntiforme de modo que possibilite a inclinação do feixe de luz; posicione o objeto com a forma de um paralelepípedo entre a fonte e o anteparo; varie a inclinação da lanterna. O que ocorre?
- 6º) Agora coloque a esfera de 70 mm entre a lanterna e o anteparo; ajuste a inclinação da lanterna, de modo que se forme uma região sem iluminação no plano em que a esfera está apoiada. Coloque um dos objetos tridimensionais na região sem iluminação e movimente-o em relação à esfera (para os lados, para frente e para trás). Observe o que ocorre.
- 7º) Compare as respostas que foram elaboradas para as perguntas-chave com as observações realizadas durante o experimento.

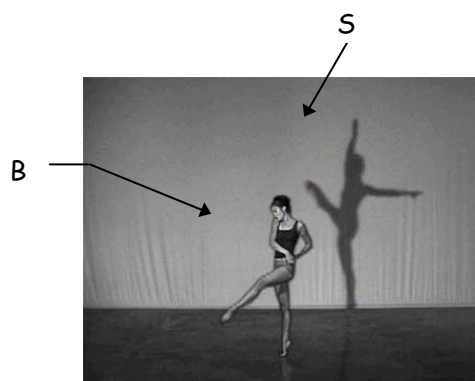
## 7) SUGESTÃO PARA A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM:

7.1) Observe a charge<sup>8</sup> ao lado:

Suponha que a bomba nela ilustrada seja a sombra de uma bomba caindo sobre o personagem Tomy e que este fato esteja ocorrendo num dia de sol. Em que momento do dia esta situação poderia ser observada?



7.2) Na foto<sup>9</sup>, reproduzida ao lado, se encontram uma bailarina (B) e uma sombra (S). É correto afirmar que S é a sombra da bailarina projetada na cortina do palco? Justifique.



7.3) De acordo com o experimento que você realizou, é correto afirmar que na figura<sup>10</sup> ao lado estão ilustradas uma pessoa e as projeções de suas sombras devido a fontes de luz coloridas? Justifique.



7.4) Em uma cabine de loja, geralmente, encontramos dois espelhos que juntos formam um ângulo reto. Se diminuirmos o ângulo entre eles, aumentamos o número de sombras ou de imagens? Explique.

7.5) Identifique na foto reproduzida abaixo as regiões de sombra e penumbra e a possível direção de incidência da luz solar, utilizando setas com as letras S, P e L, respectivamente.



## 8) PROPOSTA PARA O APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO:

Sabe-se hoje em dia que os eclipses da Lua e do Sol não são mais "sinais dos céus" para informar o fim do mundo, mas sim fenômenos físicos constituídos da formação de sombras e penumbras.

Desta forma se quiser saber mais sobre esses efeitos acesse:  
<http://www.ensinodefisica.net/astronomia.htm>

<sup>1</sup> Projeto realizado pelas licenciandas Dayanne Fernandes Amaral e Fabiana Monteiro de Oliveira, durante o 1º semestre de 2007, na disciplina Atividades Acadêmicas Curriculares (AAC) - Iniciação à Docência.

<sup>2</sup> Guimarães, Luiz Alberto; Fonte Boa, Marcelo. **Física: Termologia e Óptica**. Niterói, RJ: Futura.2004.

<sup>3</sup> Disponível em: <gl.wikipedia.org/wiki/eclipse\_lunar> ; Acesso em:16 abril 2007

<sup>4</sup> Disponível em: <dphto.us/forumphotos/data/500/compuerta-y-su-sombra.jpg> ; Acesso em:16 abril 2007

<sup>5</sup> Disponível em: <anomalias.weblog.com.pt/arquivo/foto.353.jpg> ; Acesso em:16 abril 2007

<sup>6</sup> COSTA, Eden Vieira; ALMEIDA, Lucia da Cruz de. Imagens tridimensionais: Formação e análise. Revista Brasileira de Ensino de Física.v.27,n.2,2005.

<sup>7</sup> Guimarães, Luiz Alberto; Fonte Boa, Marcelo. **Física: Termologia e Óptica**. Niterói, RJ: Futura. 2004.

<sup>8</sup> Disponível em:<http://zeoliveira.blogs.sapo.pt/arquivo/tomy%20sombra%20blog.jpg>; Acesso em:08P abril 2007

<sup>9</sup> Disponível em:<http://www.lupiasensio.com/img/sombra.jpg>; Acesso em: 08 abril 2007

<sup>10</sup> Disponível em: [http://www.tecnorama.com.br/imagens/sombra\\_colorida.jpg](http://www.tecnorama.com.br/imagens/sombra_colorida.jpg); Acesso em: 08/04/2007