

Construindo a câmara escura

Shizue

Introdução

Captar e registrar imagens tornou-se possível com a câmara escura de orifício. Essa câmara nada mais é do que uma lata, preta por dentro para não refletir luz, com um pequeno furo em uma das faces pelo qual a luz pode penetrar. Na face oposta à do orifício será formada a imagem da cena que se quer registrar. Para enxergar a imagem formada, o observador deverá estar dentro da câmara ou se a parede for substituída por papel vegetal, um material translúcido, observador poderá estar fora da caixa. A face do objeto que está voltada para o orifício terá uma imagem formada no interior da câmara. Essa face reflete luz em todas as direções, mas, apenas uma parte dela atravessará o orifício. A formação da imagem invertida é consequência do **Princípio da Propagação Retilínea da Luz**. Esse é também o princípio de funcionamento da câmara fotográfica. Um filme fotográfico (material fotossensível) é usado no lugar do papel vegetal para gravar a imagem.



Objetivo

1. Despertar a curiosidade e levá-los a levantar hipóteses sobre o processo da visão.
2. Examinar o papel da luz no processo da visão.
3. Criar um “estranhamento”: - Como pode uma caixa que só tem um furinho, sem lente nem espelho, formar uma imagem e, ainda por cima, uma imagem de cabeça para baixo?
4. Elaborar cartazes ilustrando o que foi observado.
5. Registrar as idéias sobre como funciona essa curiosa “máquina de fazer imagens”.

A. Material

- lata de Nescau ou de leite em pó
- cartolina preta ½ folha
- papel vegetal 15 cm x 15 cm
- tesoura
- prego bem fino
- martelo

B. Procedimento

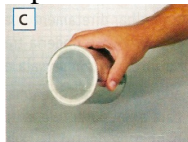
1. Revestir a parte interna da lata com papel preto, para evitar que a luz reflita nas paredes da lata e atrapalhe a visualização da imagem formada em seu interior.



2. Fazer um orifício pequeno com o prego no centro do fundo da lata, para permitir a entrada da luz.



3. Prender o papel vegetal com a própria tampa recortada no centro.



4. Enrole o restante da cartolina em volta da lata, deixando o papel vegetal numa região escurecida.



5. Aponte o orifício na direção da janela e verifique se há alguma imagem sobre o papel vegetal.

6. Aproxime o rosto do tubo de cartolina preta, pois assim a luz ambiente não atrapalhará sua observação.

7. Olhe para objetos intensamente iluminados, usando a câmara escura: descreva as características das imagens observadas?

8. Aponte para a vela com a câmara escura e faça um desenho, mostrando como se formou a imagem. Represente o caminho da luz desde a vela até o papel vegetal.

C. Observação

Como são as imagens observadas? Quais são as suas características?

orifício pequeno

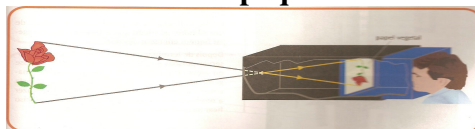


imagem nítida e invertida, não tão brilhante: passa menos luz através do orifício.

orifício grande

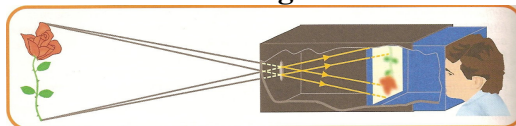


imagem distorcida, embaçada, brilhante: excesso de luz é tão imprecisa que mal podemos notar que está invertida

D. Interpretação

1. **orifício pequeno** - Cada ponto do papel vegetal recebe luz refletida de um único ponto do objeto: a pouca quantidade de raios de luz que penetra na câmara, produzirá uma imagem com pouca luminosidade.

2. **orifício maior** - A quantidade de luz aumentará e a imagem formada perderá nitidez ou definição. Cada ponto do papel vegetal recebe luz refletida por diferentes pontos do objeto: entra uma grande quantidade de luz e, esse excesso de raios incide em diversos pontos do papel formando uma imagem indistinta, imprecisa e difusa por causa da sobreposição de raios.

E – Conclusão - Como eu vejo a imagem?

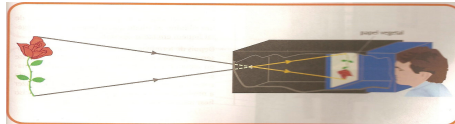
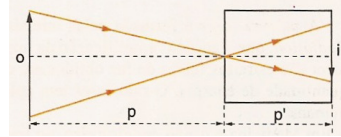
- o **objeto** emite luz ou reflete luz em todas as direções (**reflexão difusa**) que atravessa a câmara e incide no papel vegetal, formando a imagem.
- a **imagem** no papel vegetal reflete luz como se fosse um espelho (**reflexão especular**)

- essa luz refletida de forma regular no papel vegetal, atinge a retina do nosso olho e o cérebro decodifica.

Análise quantitativa

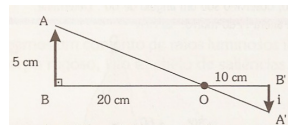
O tamanho da imagem (i) projetada no anteparo da câmara depende do tamanho do objeto (O), de sua distância até o orifício (p) e da profundidade da câmara (p'). Se aplicarmos a semelhança de triângulos, teremos a equação:

$$\frac{i}{O} = \frac{p'}{p}$$



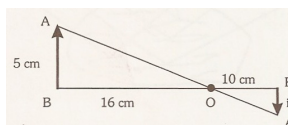
$$\frac{i}{O} = \frac{p'}{p} \rightarrow \frac{1}{x} = \frac{12}{8} \rightarrow x = \frac{1 \cdot 8}{12} \rightarrow x = 0,6 \text{ cm}$$

- Se um objeto luminoso AB de 5 cm de altura, está a 20 cm de distância da câmara escura de profundidade 10 cm:
- Calcular a altura da imagem formada.
 - Quanto aumentará a imagem, quando o objeto se aproximar 4 cm da câmara?



Como os triângulos ABO e $A'B'O$ são semelhantes, temos:

$$\frac{i}{O} = \frac{p'}{p} \rightarrow \frac{i}{5} = \frac{10}{20} \rightarrow i = \frac{5 \cdot 10}{20} \rightarrow i = \frac{50}{20} \rightarrow i = 2,5 \text{ cm}$$



$$\frac{i}{O} = \frac{p'}{p} \rightarrow \frac{i}{5} = \frac{10}{16} \rightarrow i = \frac{5 \cdot 10}{16} \rightarrow i = \frac{50}{16} \rightarrow i = 3,125 \text{ cm}$$

Logo, o aumento da imagem é de:
 $3,125 - 2,5 = 0,625 \text{ cm}$

- R – a. 2,5 cm.
 b. 0,625 cm.

Convite ao raciocínio

1. O que é câmara escura?

Há diferentes versões de câmara escura: pequenas ou grandes para se entrar nela. Toda câmara escura consiste em uma caixa vedada, de paredes lisas, opaca, fosca e enegrecida internamente, com um pequeno orifício feito em um dos lados, pelo qual entra luz. Do lado oposto é

colocada uma superfície branca e lisa. Se for translúcida e fosca (papel vegetal), a imagem poderá ser vista por um observador fora da caixa.

2. A. Como eu vejo o objeto?

O objeto está situado à frente da câmara. Se colocarmos um objeto (luminoso ou iluminado), à sua frente, a luz penetra pelo orifício e forma uma imagem invertida semelhante ao objeto que a emitem ou refletem, num anteparo liso, fosco, oposto ao orifício.

B. Como é a imagem no papel vegetal?

A luz proveniente de um objeto colocado em frente ao orifício forma uma imagem **real**, pelos próprios raios de luz que saindo do objeto penetram pelo orifício e atingem o papel vegetal e **invertida** em relação ao objeto, devido a propagação retilínea da luz.

C. Como eu vejo a imagem no interior da câmara, no papel vegetal?

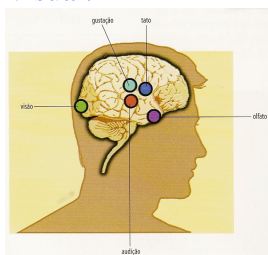
- o **objeto** emite luz ou reflete luz em todas as direções (**reflexão difusa**) que atravessa a câmara e incide no papel vegetal, formando a imagem.
- a **imagem** no papel vegetal reflete luz como se fosse um espelho (**reflexão especular**).
- essa luz refletida de forma regular no papel vegetal, atinge a retina do nosso olho.

3. A. Existe luz no papel vegetal onde se projeta a imagem? De onde vem essa luz?

Sim. Não é possível ver a imagem se não houver luz, chegando no papel vegetal. Há uma **relação entre luz e imagem**: para se formar a imagem, a luz parte de algum ponto do objeto e chega ao papel vegetal, fixando-se em um determinado ponto. Essa luz vem da chama da vela ou do ambiente que é iluminado pela luz do Sol e penetra na câmara escura pelo pequeno furo à frente dela.

B. Essa luz atinge meus olhos?

Cada ponto de luz proveniente do objeto se torna um ponto de luz na imagem, que reflete até atingir nossos olhos. É a luz refletida da imagem que entra no olho e vai formar a imagem na retina. Na retina células fotossensíveis transformam a luz em impulsos eletroquímicos enviados através do nervo óptico ao cérebro. No cérebro, no córtex visual situado no lobo occipital, ocorre o processamento das imagens recebidas pelo olho direito e esquerdo completando a sensação visual.



4. Como essa luz entrou na câmara para que a imagem ficasse invertida?

Essa imagem é formada por causa da **propagação retilínea da luz** quando passa por um pequeno orifício.

- a. Cada ponto do objeto luminoso ou iluminado, **emite ou reflete a luz em todas as direções** e, portanto, também na direção do pequeno orifício.
- b. Somente os raios emitidos na direção do orifício conseguirão atravessá-lo e atingir o papel vegetal, formando uma imagem completa do objeto.
- c. A luz que vem da parte superior do objeto, situado à frente da câmara, dirige-se para a parte mais baixa do papel vegetal.
- d. Enquanto isso, a luz que vem da parte inferior do objeto, dirige-se para a parte de cima do

papel vegetal.

- e. Como a luz emitida de cada ponto do objeto, se propaga em linha reta, a **imagem** formada será **invertida**.

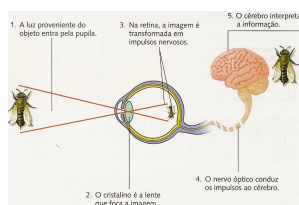
5. Qual o princípio de funcionamento da câmara escura?

A propagação retilínea da luz é a base do funcionamento da câmara escura de orifício.

Avaliação

1. Por que você não consegue ler o que está escrito nesta página se tentar fazer isso dentro do seu quarto com a luz apagada?

Porque só enxergamos na presença de luz, só vemos os objetos que emitem ou refletem luz quando estão iluminados. Mas, há ainda um detalhe importante: **é preciso que a luz chegue até o nosso olho**. Nossos olhos são receptores de luz. A luz vinda de um determinado objeto é que traz a informação que nos garante o processo da visão. Os corpos que não possuem luz própria são vistos porque a luz de uma fonte primária é refletida por eles e chega até nossos olhos, trazendo informações acerca de sua forma e cor. Só iremos enxergar se o olho e o cérebro estiverem em perfeito funcionamento.



2. O que acontece entre o nosso olho, a imagem e o objeto observado, que nos permite enxergar?

Cada ponto do objeto observado **emite ou reflete a luz em todas as direções** e somente alguns raios conseguirão atingir o orifício e atravessá-lo formando uma imagem completa do objeto. Só é possível ver a imagem, se houver luz chegando no anteparo. O olho é um agente passivo que precisa receber a luz refletida da imagem. O caminho da luz do objeto observado até o anteparo e do anteparo até o nosso olho ocorre em linha reta.

3. Qual a função da face da câmara que contém o orifício?

Controlar a entrada de luz que atinge a face oposta, na qual se formará a imagem.

4. A. Se fizermos 2 orifícios, na câmara escura, quantas imagens teremos?

Formam-se 2 imagens do mesmo objeto.

B. Por que o nº de furos está relacionado ao nº de imagens projetadas no papel vegetal?

Porque os raios de luz penetram pelos diversos furos, incidindo em diversos pontos do papel vegetal formando uma imagem. Cada orifício é independente do outro.

5. A. Como é a imagem formada no papel vegetal?

A imagem é real e invertida.

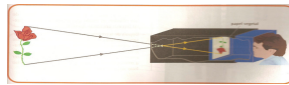
B. Como se formou essa imagem?

Essa imagem se formou por causa da propagação retilínea da luz quando passa por um pequeno orifício.

6. Como essa luz entrou na câmara para que a imagem ficasse invertida?

Represente o caminho da luz do objeto até a imagem no papel vegetal.

Os raios de luz emitidos ou refletidos por um objeto entram pelo orifício em linha reta: a luz que vem da parte superior do objeto, dirige-se para baixo no papel vegetal, enquanto a luz que vem da parte inferior do objeto dirige-se para cima, formando uma imagem invertida.



7. A luz ilumina o objeto e traz a imagem até nossos olhos ou escapam raios dos nossos olhos em busca da imagem invertida?

Cada ponto de luz proveniente do objeto se torna um ponto de luz na imagem do papel vegetal, que reflete até atingir nossos olhos. É a luz refletida de um objeto que entra no olho e vai formar a imagem na retina. Na retina células fotossensíveis transformam a luz em impulsos eletroquímicos enviados através do nervo ótico e decodificadas pelo cérebro.

8. Ao câmara escura é revestida de preto por dentro. Por que não utilizamos um papel branco ou deixamos sem revestir?

Se a câmara fosse branca por dentro ou sem revestir, a cor branca ou o metal brilhante permitiria a reflexão difusa da luz que penetra na lata. Isso certamente iria prejudicar a nitidez da imagem formada.

9. Se o orifício de uma câmara escura é grande, a imagem fica embaçada. Por que isso acontece?

Entrará uma grande quantidade de luz através dele e esse excesso de raios incidem em diversos pontos do papel, formando uma imagem indistinta e difusa por causa da sobreposição dos raios.