



## LUZ e VISÃO

Profe Bruna + Profe Carlos  
07/10/2022

Fala, galera do Me Salva! Hoje vai rolar um feat entre **Física** e **Biologia**! Nessa aula vamos abordar um dos assuntos mais queridinhos do ENEM: A Luz!

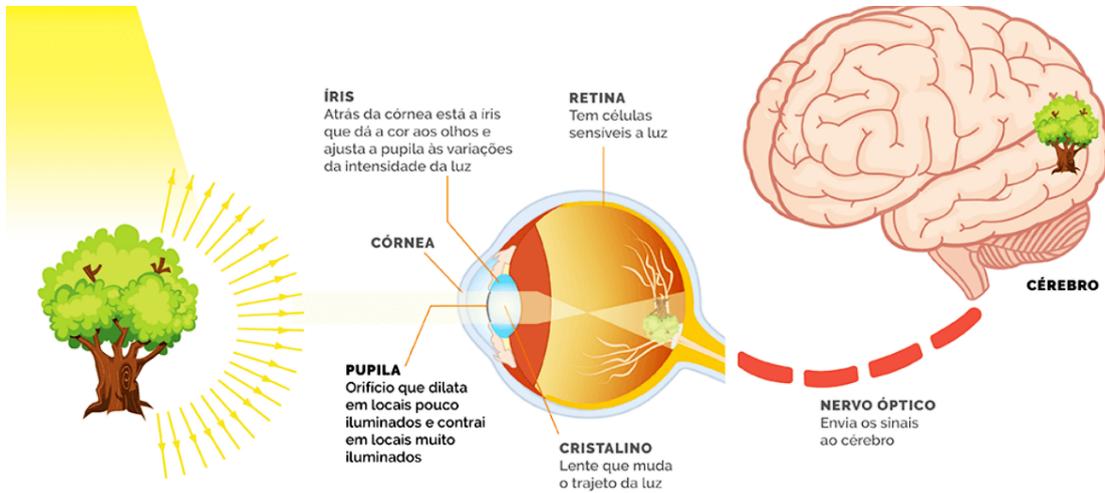
Pela perspectiva da física vamos abordar ...

Pela perspectiva biológica, vamos falar sobre a VISÃO, abrangendo a estrutura, funcionamento e evolução dos olhos. Lindo, né?

**PARTE I - Propriedades da luz**

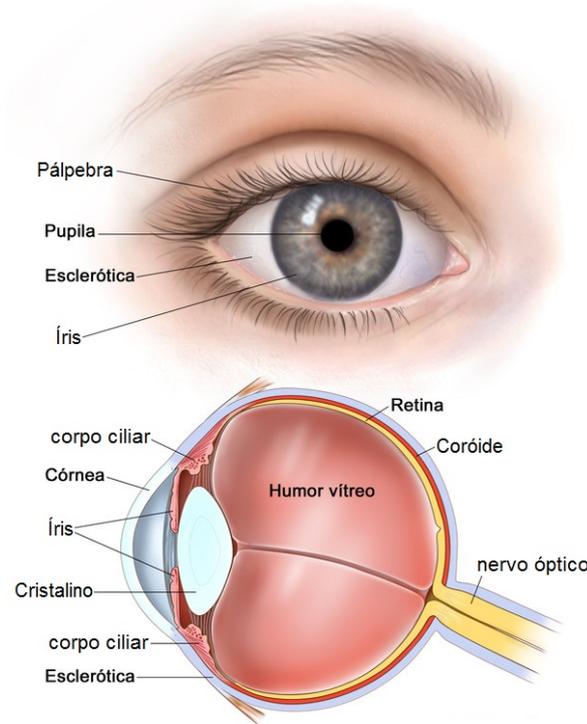


## PARTE II - Pega essa VISÃO!

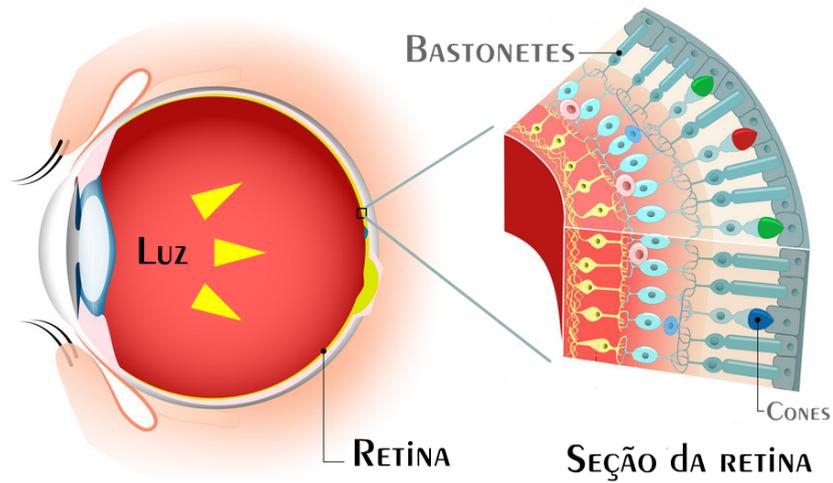


Fonte: Hospital de Olhos de Blumenau

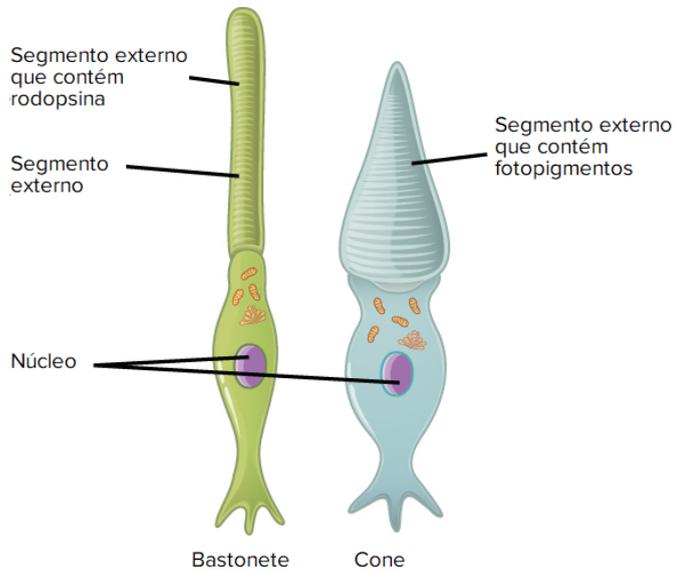
Anatomia do olho humano



Fonte: Hospital de Olhos de Blumenau

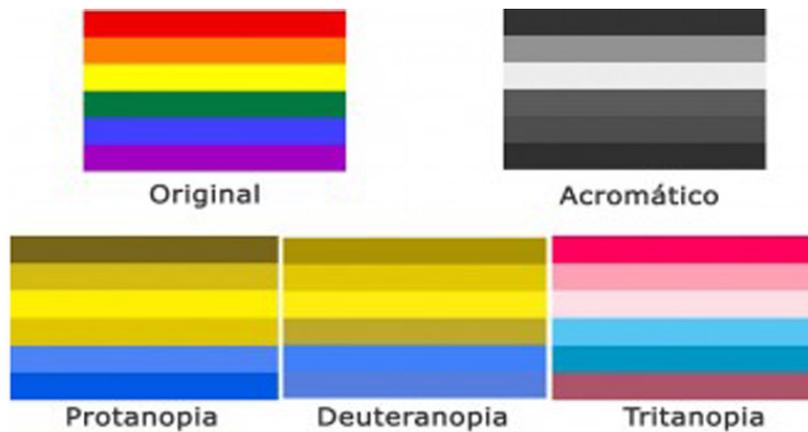


Fonte: Delta Color Brasil



Fonte: Khan Academy

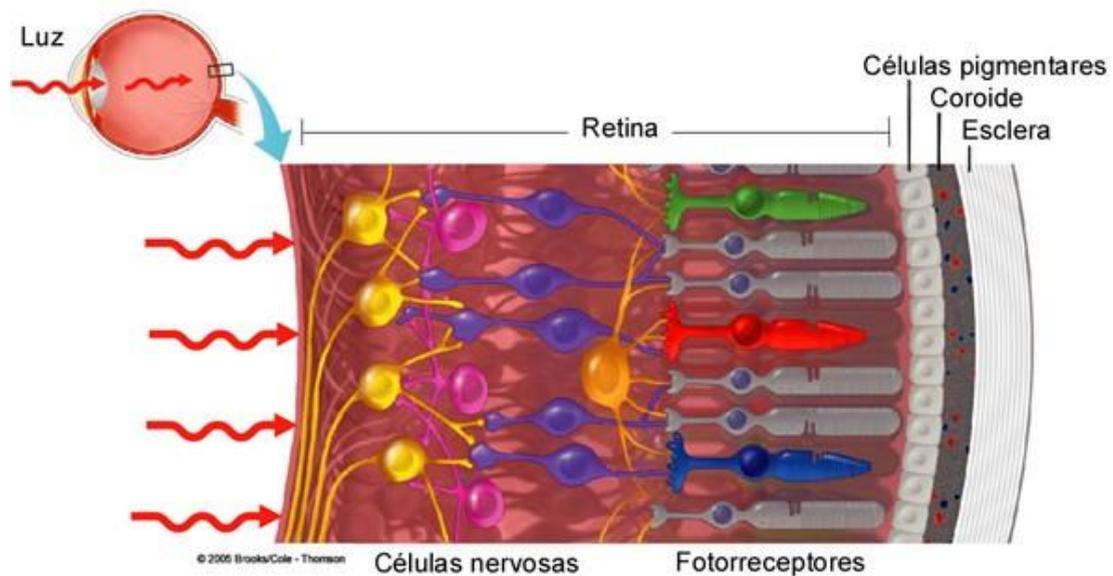
Daltonismo:



Fonte: Educa Mais

Herança ligada ao sexo ou herança ligada ao cromossomo X  
Mais comum em indivíduos do sexo masculino

## A informação no cérebro



A luz chega na retina, atravessa todas as camadas de células e chega nos Fotorreceptores.

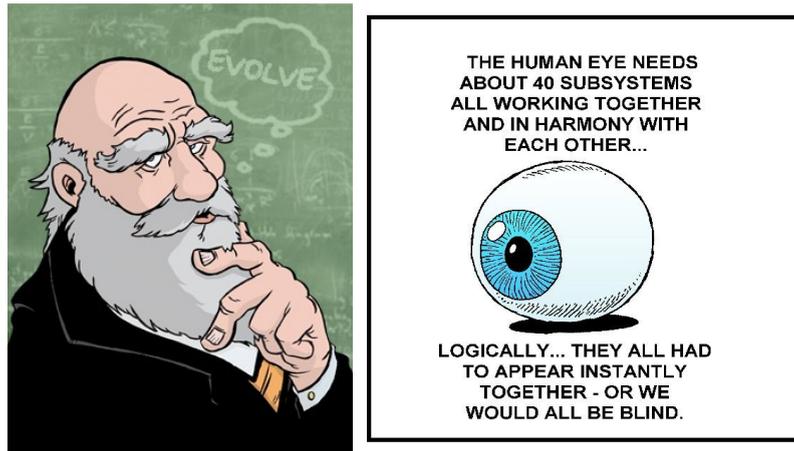
Os **fotorreceptores** (azul, vermelho, verde e cinza) vão fazer a **fototransdução** e, então a informação vai passar para as **células bipolares** (roxo) e, depois, para os **neurônios ganglionares** (amarelo), cujos axônios se juntam para formar o nervo óptico.

As **células horizontais** (amarelo escuro) e as **células amácrinas** (rosa) são responsáveis por fazer o ajuste da visão.

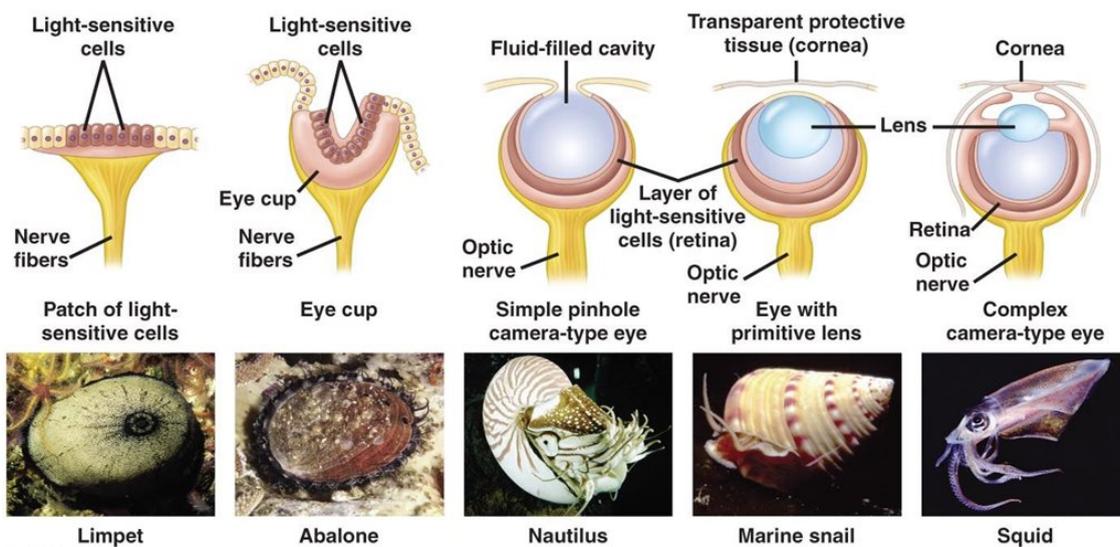
### PARTE III - A evolução do olho

Tamanho complexidade intrigou Darwin...

*"Absurd in the highest possible degree."*



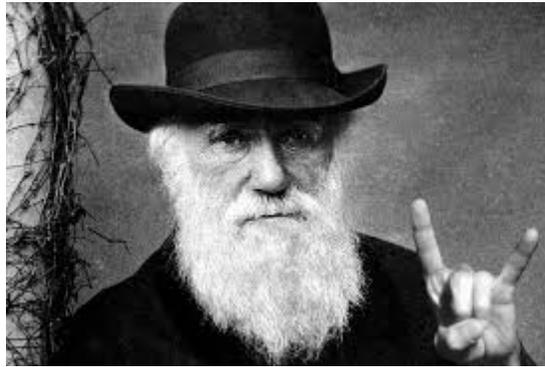
A ciência moderna não prometeu nada e entregou tudo!



Este processo durou cerca de 100 milhões de anos.

*meSalva!*

Evolution, b\*tch.



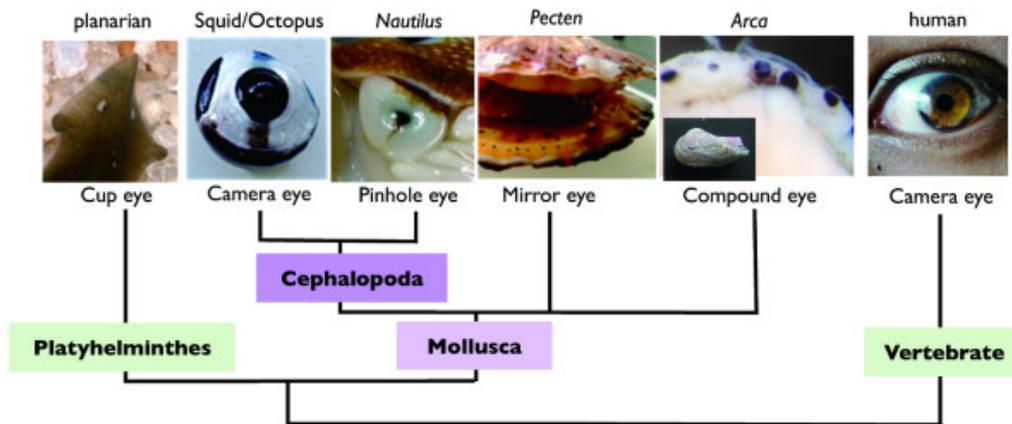
 mesalvaoficial | mesalvamed

 mesalva

 mesalva

[mesalva.com](http://mesalva.com)

## Compostos x Câmera



## Olhos compostos - Artrópodes atuais



Série de unidades idênticas de geração de imagens  
Cada uma constitui uma lente ou um refletor  
Denominados fotorreceptores

Eficazes para animais de pequeno porte  
Ampla ângulo de visão e resolução espacial

## Olho tipo câmera



Todos os fotorreceptores compartilham uma única lente que foca a luz e estão dispostos como uma lâmina (a retina).

Moluscos têm olhos tipo câmera que lembram os nossos, mas seus fotorreceptores são idênticos ao encontrado em insetos.

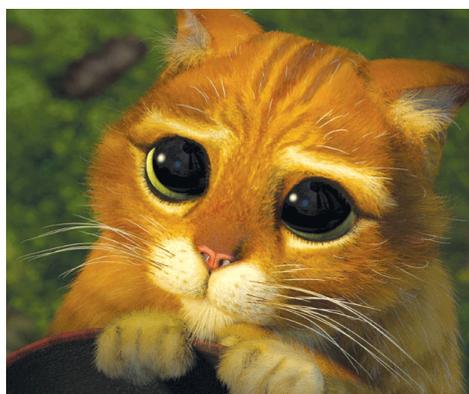
Os vertebrados apresentam um tipo diferente de fotorreceptores, em duas modalidades: cones e bastonetes.

## Um olhar para além...

Ritmo circadiano → Luminosidade

Ver as cores → alimentação; advertência

Comunicação (hipótese do olho cooperativo) → um olhar vale mais que mil palavras



Nem tudo é perfeito... Na verdade, nada é!

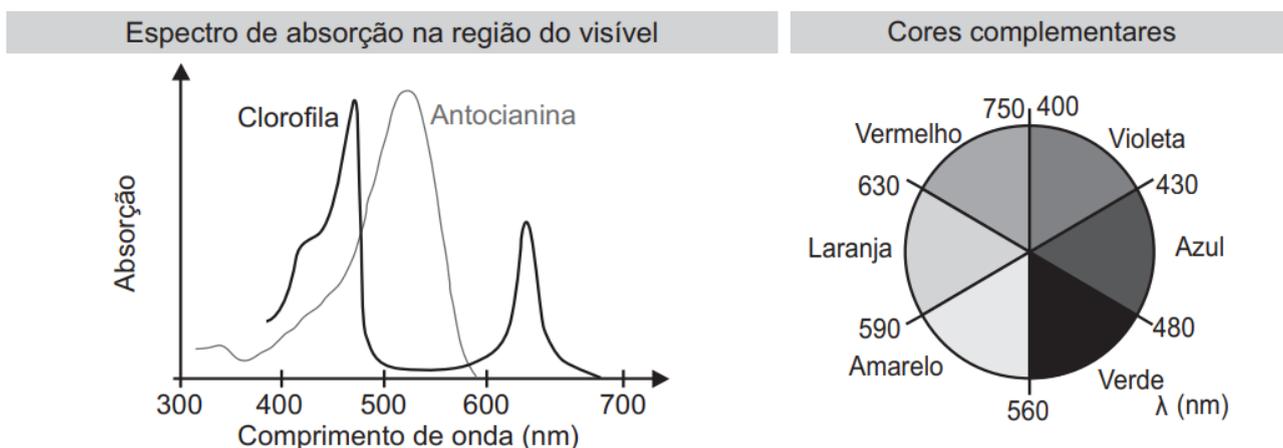


## PARTE IV - Lentes

**PARTE V - Exercícios**

(ENEM 2021) No outono, as folhas das árvores mudam de cor, de verde para tons de amarelo, castanho, laranja e vermelho. A cor verde das folhas deve-se ao pigmento clorofila. Nas plantas de folhas caducas, a produção de clorofila diminui e o tom verde desvanece, permitindo assim que outros pigmentos, como o caroteno, de coloração amarelo-alaranjado, e a antocianina, de tons avermelhados, passem a dominar a tonalidade das folhas. A coloração observada se dá em função da interação desses pigmentos com a radiação solar.

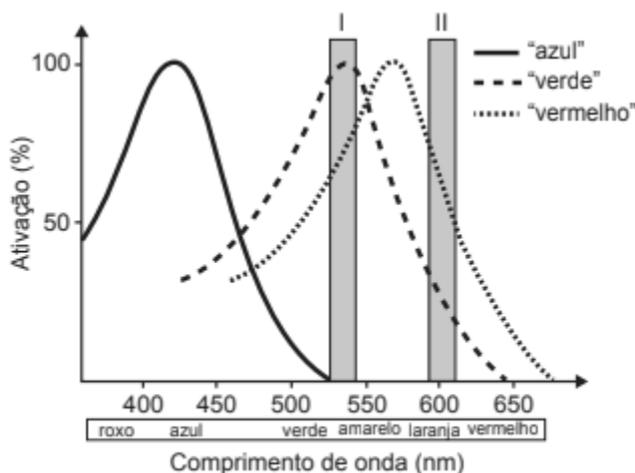
Conforme apresentado no espectro de absorção, as moléculas de clorofila absorvem a radiação solar nas regiões do azul e do vermelho, assim a luz refletida pelas folhas tem falta desses dois tons e as vemos na cor verde. Já as antocianinas absorvem a luz desde o azul até o verde. Nesse caso, a luz refletida pelas folhas que contêm antocianinas aparece conforme as cores complementares, ou seja, vermelho-alaranjado.



Em qual faixa do espectro visível os carotenos absorvem majoritariamente?

- a) Entre o violeta e o azul.
- b) Entre o azul e o verde.
- c) Entre o verde e o amarelo.
- d) Entre o amarelo e o laranja.
- e) Entre o laranja e o vermelho.

(ENEM 2018) Muitos primatas, incluindo nós humanos, possuem visão tricromática: têm três pigmentos visuais na retina sensíveis à luz de uma determinada faixa de comprimentos de onda. Informalmente, embora os pigmentos em si não possuam cor, estes são conhecidos como pigmentos "azul", "verde" e "vermelho" e estão associados à cor que causa grande excitação (ativação). A sensação que temos ao observar um objeto colorido decorre da ativação relativa dos três pigmentos. Ou seja, se estimulássemos a retina com uma luz na faixa de 530 nm (retângulo I no gráfico), não excitaríamos o pigmento "azul", o pigmento "verde" seria ativado ao máximo e o "vermelho" seria ativado em aproximadamente 75%, e isso nos daria a sensação de ver uma cor amarelada. Já uma luz na faixa de comprimento de onda de 600 nm (retângulo II) estimularia o pigmento "verde" um pouco e o "vermelho" em cerca de 75%, e isso nos daria a sensação de ver laranja-avermelhado. No entanto, há características genéticas presentes em alguns indivíduos, conhecidas coletivamente como Daltonismo, em que um ou mais pigmentos não funcionam perfeitamente.



Disponível em: [www.comprehensivephysiology.com](http://www.comprehensivephysiology.com). Acesso em: 3 ago. 2012 (adaptado).

Caso estimulássemos a retina de um indivíduo com essa característica, que não possuísse o pigmento conhecido como "verde", com as luzes de 530 nm e 600 nm na mesma intensidade luminosa, esse indivíduo seria incapaz de

- identificar o comprimento de onda do amarelo, uma vez que não possui o pigmento "verde".
- ver o estímulo de comprimento de onda laranja, pois não haveria estimulação de um pigmento visual.
- detectar ambos os comprimentos de onda, uma vez que a estimulação dos pigmentos estaria prejudicada.
- visualizar o estímulo do comprimento de onda roxo, já que este se encontra na outra ponta do espectro.
- distinguir os dois comprimentos de onda, pois ambos estimulam o pigmento "vermelho" na mesma intensidade.

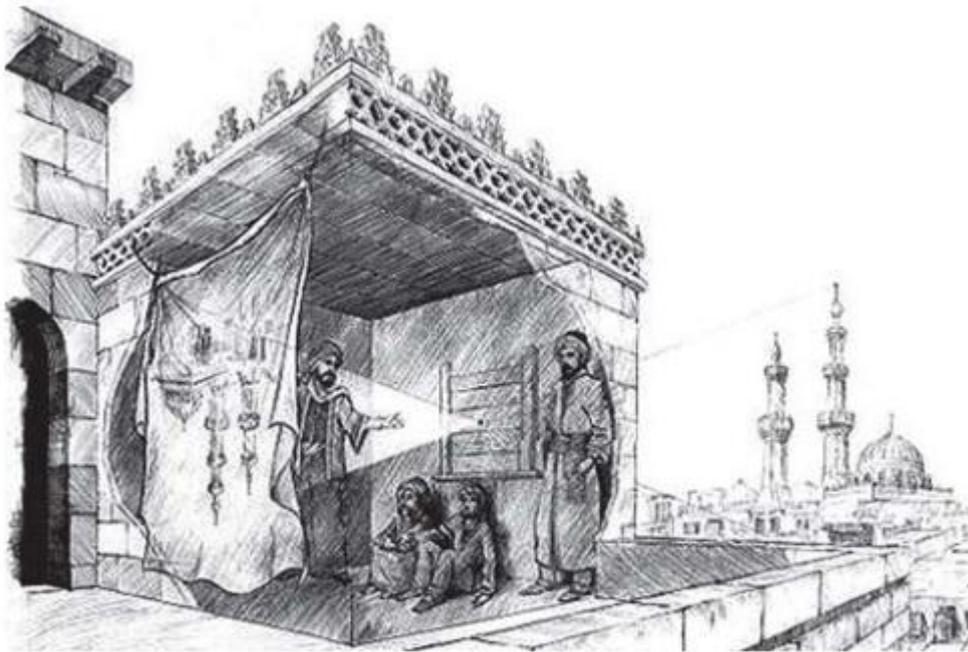
(ENEM 2017) A retina é um tecido sensível à luz, localizado na parte posterior do olho, onde ocorre o processo de formação de imagem. Nesse tecido, encontram-se vários tipos celulares específicos. Um desses tipos celulares são cones, os quais convertem os diferentes comprimentos de onda da luz visível em sinais elétricos, que são transmitidos pelo nervo óptico até o cérebro.

Disponível em: [www.portaldaretina.com.br](http://www.portaldaretina.com.br). Acesso em: 13 jun. 2012 (adaptado)

Em relação à visão, a degeneração desse tipo celular irá:

- a) comprometer a capacidade de visão em cores.
- b) impedir a projeção dos raios luminosos na retina.
- c) provocar a formação de imagens invertidas na retina.
- d) causar dificuldade de visualização de objetos próximos.
- e) acarretar a perda da capacidade de alterar o diâmetro da pupila.

(ENEM 2015) Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham; 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o Livro da Óptica, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em um tecido utilizado como anteparo.



ZEWAIL, A. H. Micrographia of the twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptado).

Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à)

- a) íris.
- b) retina.
- c) pupila.
- d) córnea.
- e) cristalino.