

## Guia Rápido de História da Física - A História da Óptica

### 1. Os Primeiros Pensadores (~1000 a.C a 170 d.C, Grécia, China e Índia)

- Espelhos, lupas e lentes, técnicas ópticas de observações astronômicas e correções de desvios oculares remontam o primeiro milênio antes de Cristo, mas somente os gregos trouxeram uma visão geométrica sistemática para o estudo dos fenômenos ópticos;
- Empédocles foi o primeiro a defender a ideia que todos os corpos são constituídos por quatro elementos naturais: terra, ar, fogo e água. A partir desta ideia, Hiparco criou a teoria do “fogo visual” para explicar a observação dos corpos e pensava que os raios de luz que **saíam** de nossos olhos “tocavam” as superfícies dos objetos (conectando os sentidos humanos às observações dos fenômenos, tradição dos gregos);
- Platão entendia que a presença da luz do Sol era decisiva para observarmos os objetos, fazendo-o crer que a luz que saía dos olhos se misturava com a luz do Sol refletida pelo objeto para formar a sua imagem;
- Aristóteles (discípulo de Platão) discordava de seu mestre e dizia que a luz das estrelas não deviam respeitar esse mecanismo de formação de imagens idealizado por Platão, devido à distância enorme que elas possuem e o tempo instantâneo que as enxergamos no céu (daí o surgimento da substância permeadora do espaço celeste, o éter, que garantia a instantaneidade das interações na teoria aristotélica);
- De forma axiomática, a propagação retilínea dos raios de luz fez com que Euclides, famoso geômetra grego, desenvolvesse uma geometria de reflexões e refrações para os fenômenos ópticos, conhecida por Óptica Geométrica;
- Em seu livro, *Optics*, Ptolomeu busca descrever não somente a formação das imagens, mas também como enxergamos as cores e as formas diferentes dos objetos, sob a interpretação da teoria do “fogo visual”. Apesar de ser adepto do fogo visual, ele notou que só se conseguia observar os objetos sob a presença de luz (de qualquer fonte) no ambiente, caso contrário, não enxergava-se nada.

### 2. A Contribuição Árabe e a Renascença Européia (Séculos VII a XVI)

- Após as invasões árabes no Século VII, muitas obras foram traduzidas do grego para o árabe a fim de preservar e adaptar esse conhecimento ao mundo islâmico: o primeiro livro traduzido foi o de Óptica de Euclides;
- Como os árabes tinham mais tradição em experimentação do que os gregos, Al-Kindi verificou experimentalmente a ideia de Euclides sobre a propagação retilínea da luz observando sombras produzidas sobre telas opacas. Apesar disso, Al-Kindi ainda era adepto da teoria do fogo visual; **(falar no vídeo que o método científico nasceu na Pérsia, atual Irã)**
- Ao redor do Século X, Avicenna (Abdullah ibn Sina) argumentou que a teoria do fogo visual devia estar errada, pois não seria apropriado que ele fosse emitido através de enormes porções do espaço quando estamos lidando com objetos distantes;
- Admirador de Ptolomeu e contemporâneo a Avicenna, Ibn Al-Haytham (Alhazen, em latim) propôs que a luz do Sol sempre chega aos nossos olhos quando enxergamos algum objeto. Assim como Ptolomeu, ele entendia que só conseguimos enxergar os objetos na presença de alguma fonte de luz, questionando a teoria do fogo visual de qual seria o porquê de não enxergarmos no escuro, já que poderíamos emitir fogo visual dos olhos;
- O primeiro a comparar a câmara escura, dispositivo amplamente utilizado na Idade Média para observações dos astros e para manifestações artísticas em geral, com o olho humano foi Giovanni Battista della Porta, embora desde os tempos de Al-Kindi e Alhazen ela já fosse conhecida. Seu estudo e utilização culminou no Renascimento europeu entre os Séculos XIV e XVI;

- Por fim, a última contribuição importante foi feita pelo astrônomo Kepler, no final do Século XVI. Sua ideia sobre a interseção dos raios luminosos serem as regiões de formação de imagens ficou conhecida como *princípio da interseção* e, através dos livros *Paralipomena* e *Dioptrice*, construiu as bases da Óptica Geométrica moderna que temos hoje.

### **3. Descartes, Hobbes, Hooke, Grimaldi, Pardies, Huygens e Newton (Séculos XVII e XVIII)**

- Descartes acreditava na visão estóica da luz, onde a sensação da visão era por causa da pressão instantânea exercida pela percepção dos objetos ao nosso redor, análogo à produção do som no ar (como se fosse uma bengala auxiliando um cego a caminhar). Uma das suas principais contribuições foi a determinação das superfícies refratoras que fazem com que os feixes paralelos, ao passarem por elas, se concentrem em um único ponto;
- Hobbes definiu luz como o movimento do meio induzido por dilatações e contrações globais da fonte, como a batida de um coração;
- Hooke, de forma similar, embora ligeiramente diferente de Hobbes, pensava na ideia de pulsos viajantes causados pelos movimentos das fontes de luz. Ao contrário de Hobbes, estes pulsos (instantâneos) seriam mais rápidos do que as dilatações e contrações do meio, mas estes pulsos não deveriam ser confundidos com ondas, pois na época não havia ainda esse entendimento;
- Francesco Maria Grimaldi, em 1665, foi o primeiro a observar o fenômeno de difração, que tentou explicar através do conceito de ondulações através do ar: uma visível e grande ondulação ocorria no caso das franjas de difração e uma invisível e muito menor ocorria na luz refletida ou transmitida por corpos coloridos;
- Pardies foi talvez o primeiro a entender que a luz se propagava em forma de uma onda esférica (ou circular, em duas dimensões), derivando novamente a lei dos senos e a lei da reflexão;
- Huygens modificou ligeiramente a visão de Pardies introduzindo a ideia de “bolas elásticas”, o formato dos elementos que comporiam o meio de propagação da luz. Ele defendeu essa hipótese usando o princípio de Huygens (que depois viria se tornar Huygens-Fresnel): cada ponto de uma frente de onda é uma fonte secundária de luz, o que explica a reflexão, refração e difração;
- Newton, sem sombra de dúvida, era o maior experimentador de sua época e trouxe diversas propostas de experimentos ópticos para embasar suas ideias. Ele foi o primeiro a fazer a correspondência entre cor e frequência, assim como identificar a luz branca como uma mistura de componentes com diversas frequências. Por fim, como era atomista e naturalmente mecanicista, Newton também entendia a luz como formada por pequenos corpúsculos, onde os diversos fenômenos ópticos eram gerados pelas colisões entre eles;
- Até meados do Século XVIII, houveram refinamentos e desenvolvimentos dos experimentos realizados por Huygens e Newton, melhorando os instrumentos ópticos e rediscutindo alguns pontos da visão corpuscular ou ondulatória da luz, sendo nomes como Bernoulli, Euler e D’Alembert e Lagrange de grande importância.

### **4. Óptica Moderna (Século XIX até os dias atuais)**

- Por volta do ano de 1800, Os experimentos de Thomas Young de interferência mostraram que a luz possui um comportamento ondulatório, contradizendo as ideias de Newton;
- No final do Século XIX, o experimento de efeito fotoelétrico, feito pelos físicos Hallwachs e Lenard, demonstrou que a luz apresentava também um caráter corpuscular;
- Em 1926, Max Born, em uma conferência em Oxford, utilizou os resultados de experimentos de difração de elétrons para confirmar a característica mais intrigante da luz: sua dualidade onda-partícula. Esta característica é a base de toda a mecânica quântica atual.

## **Referências**

1. DARRIGOL, O. **A History of Optics: From Greek Antiquity to the Nineteenth Century**. Oxford University Press, 2012 (327 pág).
2. MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle Celestino. **As pesquisas de Newton sobre a luz: uma visão histórica**. Rev. Bras. Ensino Fís., **37**, 4. São Paulo, 2015.
3. MACH, Ernst. **The Principles of Physical Optics: An Historical and Philosophical Treatment**. Dover Publications, INC., 2003 (320 pág).
4. TOSSATO, Claudemir Roque. **Os Fundamentos da Óptica Geométrica de Johannes Kepler**. Scientle Studia, **5**, 4, São Paulo, 2007.