

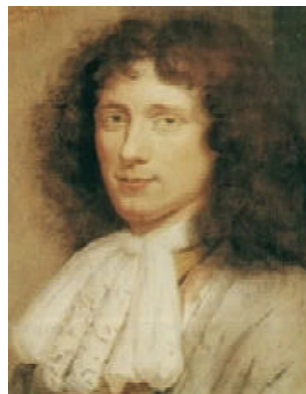
Curso: O éter, a luz e a natureza da ciência.

Texto 4: Fim do século XVII: corpúsculos ou pulsos no éter?

Thaís Cyrino de Mello Forato

Até meados do século XVII havia uma grande variedade de teorias para explicar a natureza da luz. Alguns pensadores acreditavam que a luz era composta de partículas que emanavam (saíam) dos corpos materiais, enquanto para outros era uma modificação do meio material entre o objeto e o observador. Havia ainda aqueles que explicavam a luz como variações dessas idéias. Nas últimas décadas do século surgiram duas teorias que tiveram grande influência na história da óptica. As teorias do holandês Christiaan Huygens (1629-1695) e do inglês Isaac Newton (1642-1727).

Como os outros filósofos naturais de sua época, Huygens aceitava que os raios de luz se propagam em linha reta, que os ângulos de incidência e reflexão são iguais e que a refração obedece à lei dos senos (hoje chamada de lei de Snell-Descartes). Os raios de luz provinham de uma infinidade de lugares e se cruzavam sem que uns atrapalhassem os outros. Sua teoria para a natureza da luz enfatizava o meio material entre o objeto e o olho do observador. A luz para ele era um movimento que ocorria numa espécie de matéria muito sutil, que os sentidos humanos não podem captar, e que preenchia todos os espaços aparentemente vazios do Universo: o éter. Todos os corpos materiais estavam dentro do éter, imersos nele, mas ele era tão “leve e rarefeito” que não atrapalhava o movimento dos objetos.



Christiaan Huygens (1629-1695)

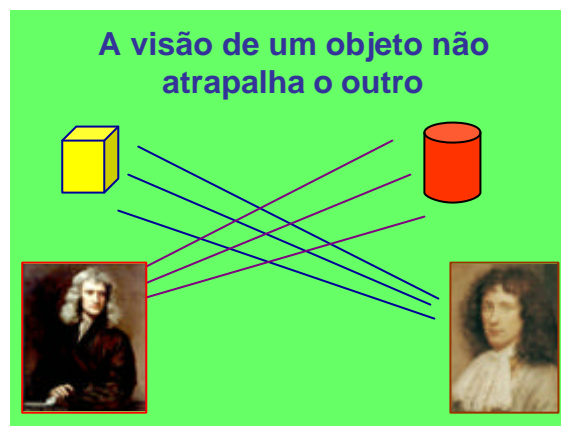
Ilustração de Huygens em sua obra “Tratado sobre a luz” para explicar os pontos da chama provocando as vibrações no éter.

A luz é produzida pelo fogo, dizia Huygens, que contém partículas em movimento muito rápido, pois consegue fundir e dissolver corpos sólidos. “Quando a luz é concentrada por espelhos côncavos, ela tem a virtude de queimar como o fogo, de separar as partes dos corpos”. Huygens afirmava que isso era sinal de movimento, eram os corpos presentes no fogo que conseguiam separar e fundir a matéria. Corpos em movimento muito rápido. Tais

movimentos provocariam vibrações que se propagariam no éter. Esse movimento no éter provocaria a sensação de visão quando atingisse os olhos das pessoas. A luz seria justamente esse movimento que ocorreria entre os objetos luminosos e os olhos.

“Quando se considera a extrema velocidade com que a luz se espalha por todos os lados e que, quando vem de diferentes lugares, mesmo totalmente opostos, [os raios luminosos] se atravessam uns aos outros sem se atrapalharem, compreende-se que, quando vemos um objeto luminoso, isso não poderia ocorrer pelo transporte de uma matéria que venha do objeto até nós, como uma flecha ou bala atravessa o ar; pois certamente isso repugna bastante a essas duas propriedades da luz, principalmente a última.” (HUYGENS *apud* MARTINS, 1986, p. 12).

Huygens está criticando a idéia corpuscular da luz. Se a luz fosse feita de corpúsculos, como essas partículas se cruzariam no ar sem uma atrapalhar o movimento da outra? Isso não poderia estar de acordo com os fenômenos naturais. Podemos enxergar um objeto mesmo com a luz proveniente de inúmeros outros se cruzando pelo ar à nossa frente.



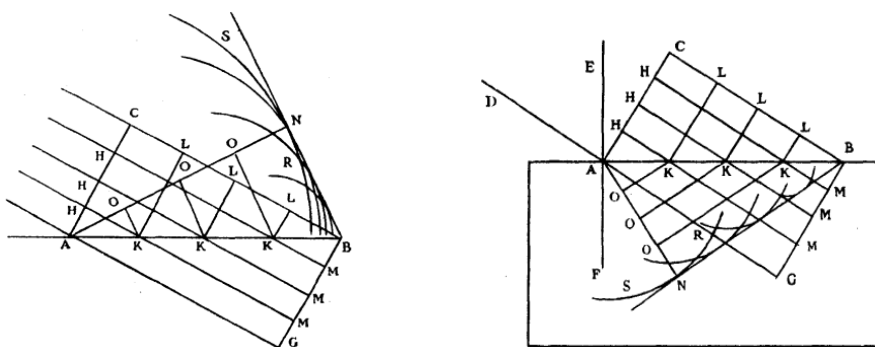
Huygens propôs então que o conhecimento sobre a propagação do som poderia esclarecer a propagação da luz:

“Ela [a luz] se espalha, portanto de uma outra maneira e o que pode nos conduzir a compreendê-la é nosso conhecimento da propagação do som no ar. Sabemos que, por meio do ar, que é um corpo invisível e impalpável, o som se propaga em toda a volta do lugar onde foi produzido, por um movimento que passa sucessivamente de uma parte do ar a outra. A propagação desse movimento se faz com igual velocidade para todos os lados e devem se formar como superfícies esféricas que crescem sempre e que chegam a atingir as nossas orelhas.” (HUYGENS *apud* MARTINS, 1986, p. 12).

Inspirado em uma analogia com as ondas sonoras, Huygens elaborou sua teoria para a luz. Como o som também se propaga em um meio invisível como o ar, por um movimento que passa sucessivamente de uma parte a outra, ele pensou que isso poderia ser semelhante para a luz: ela viria do corpo luminoso até os olhos, não pelo ar, mas pelo éter que está entre eles. Nessa época, os pensadores admitiam que não existia ar entre o Sol e a Terra, e se a luz do Sol era vista na Terra, isso seria uma evidência de que a luz não necessitava do ar para se propagar. Assim, Huygens, e outros pensadores de sua época, acreditavam que a luz do Sol e das estrelas chegava até a Terra graças ao éter que preenchia os espaços vazios do Universo.

As ondas de luz nasceriam do movimento de cada ponto do objeto luminoso, caso contrário, não seria possível perceber todas as diferentes partes do objeto. Desse modo, cada ponto da superfície do corpo comunicaria essa agitação aos corpúsculos do éter que estavam em contato com ele.

Com sua teoria, Huygens conseguiu explicar fenômenos como a propagação retilínea da luz, a refração e a reflexão, que já eram bem conhecidos nesse período. Ela foi desenvolvida utilizando uma analogia com o comportamento das ondas do som no ar e das ondas formadas na superfície da água. A idéia da luz como a propagação de uma vibração no éter não foi adotada apenas por Huygens, mas ele tornou-se seu defensor mais conhecido.



Ilustrações de Huygens para explicar a reflexão e a refração da luz.

A teoria de Huygens apresentava algumas limitações. Havia alguns fenômenos que ela não conseguia explicar. Isaac Newton foi um dos filósofos que apresentou críticas a essa teoria, e elaborou outra explicação para a luz. A luz não poderia ser uma onda no éter para Newton, pois, se fosse, ela contornaria os obstáculos como faz o som. O som de um sino ou de um canhão é ouvido atrás de uma montanha, mas não é possível vê-los. As ondas na água que passam margeando um obstáculo grande se curvam em direção às águas paradas do outro lado do obstáculo, mas as estrelas fixas deixam de ser vistas quando um planeta fica entre elas e a Terra. Como a luz poderia ser uma onda no éter se ela não contorna os obstáculos como o som e como as ondas na água?

Nas explicações de Newton para alguns fenômenos luminosos é possível perceber que ele descreve o comportamento dos raios de luz como se fossem corpúsculos (partículas muito pequenas) emitidos pelas superfícies dos corpos. Esses corpúsculos deslocavam-se em linha reta até interagir com algum obstáculo. Dependendo das condições, eles poderiam ser refletidos, refratados ou mesmo aqueceriam o objeto.

Uma das vantagens de explicar a luz como corpúsculos naquela época era que todas as leis da mecânica propostas por Newton poderiam ser aplicadas na explicação de diversos fenômenos ópticos, como a reflexão e a refração. Newton supunha, por exemplo, que havia uma força de atração entre as partes de um corpo transparente e a luz, por isso o raio luminoso era atraído e se desviava em seu interior. Quer dizer, se os objetos são feitos de partículas, havia uma força de atração entre as partículas dos corpos transparentes e o raio de luz, pois este penetrava em seu interior.

Em sua obra, Newton não fala explicitamente que a luz é feita de partículas, mas as explicações dadas por ele sugeriam que os raios de luz se comportavam como se fossem feitos

de corpúsculos. Isso fez os outros filósofos naturais pensarem que ele estava defendendo uma natureza corpuscular para a luz.

A teoria corpuscular baseada na obra de Newton também apresentava algumas limitações. Ela não conseguia explicar como os raios de luz que se cruzavam, não interagiam uns com os outros. Se eles fossem feitos de corpúsculos, como um raio não desviava o outro? Como a luz passava “dentro” da luz?

Na época em que as teorias de Huygens e Newton foram propostas, nenhuma delas conseguiu ser aceita por todos os pensadores, mas elas foram as duas teorias mais detalhadas propostas no final do século XVII, para explicar os fenômenos luminosos. A disputa permaneceu até as primeiras décadas do século XVIII, até a teoria corpuscular, que se baseava na obra de Newton, ocupar uma posição de maior aceitação entre os homens da ciência. Será que foram os argumentos puramente experimentais que fizeram a balança pender para um dos lados?

Questões

- 1) Para os mesmos fenômenos observados em relação à luz havia explicações ou interpretações diferentes. Como é possível que isso aconteça? Justifique.
- 2) “Se uma pessoa fala atrás de uma parede, você pode ouvir sua voz, pois o som contorna as extremidades da parede, mas você não pode vê-la.” Esse argumento poderia ter sido usado contra que teoria? Explique.
- 3) Como cada teoria explicava o fenômeno da reflexão da luz? E o da refração?
- 4) Considerando os textos que você estudou e as discussões realizadas em sala, explique:
 - a) Um argumento para defender a teoria corpuscular;
 - b) Um argumento para rejeitar a teoria corpuscular;
 - c) Um argumento para defender a teoria ondulatória;
 - d) Um argumento para rejeitar a teoria ondulatória.

Referências Bibliográficas

- COHEN, B.; WESTFALL, R. S. *Newton: Textos, Antecedentes, Comentários*. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto; EDUERJ, 2002.
- MARTINS, Roberto de Andrade (trad.). “Tratado sobre a luz, de Christiaan Huygens”. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* (suplemento 4): 1-99, 1986.
- _____; SILVA, C. C. Newton and colour: the complex interplay of theory and experiment. *Science & Education* **10** (3): 287-305, 2001.
- MOURA, B. A.; SILVA, C. C. A teoria dos estados da luz: Um estudo dos papéis das hipóteses na óptica newtoniana. *Atas do V Encontro de AFHIC, 2006*, (No prelo).
- NEWTON, Isaac. *Óptica*. Edusp: São Paulo, 1996.
- NEWTON, Isaac. *Mathematical Principles of Natural Philosophy. Optics*. Trad. A. Motte. [2a.ed]. Chicago, Encyclopaedia Britannica, 1952. (Col. Great Books of Western World, V. 34).
- SABRA, A. I. *Theories of light from Descartes to Newton*. London: Cambridge University Press, 1981.
- SILVA, Cibelle C.; MARTINS, Roberto de A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. *Ciência & Educação* **9** (1): 53-65, 2003.
- WESTFALL, R. S. *Never at Rest: a Biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University, 1980.