

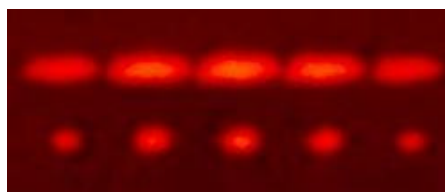
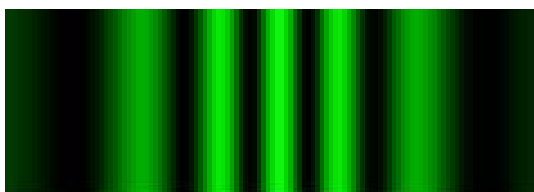
O éter, a luz e a natureza da ciência.

Texto 7: A luz e o éter luminífero no início do século XIX

Thaís Cyrino de Mello Forato

Depois de quase um século em que praticamente todo mundo achava que a luz era feita de partículas, um médico, físico e lingüista inglês chamado Thomas Young (1773-1829) retomou algumas idéias da teoria ondulatória. Young estudava o processo da voz humana e outros fenômenos relacionados ao som. Nessa época ele começou a realizar experimentos com a luz e observou um fenômeno que não poderia ser explicado pela teoria corpuscular da luz - que era a teoria predominante na época.

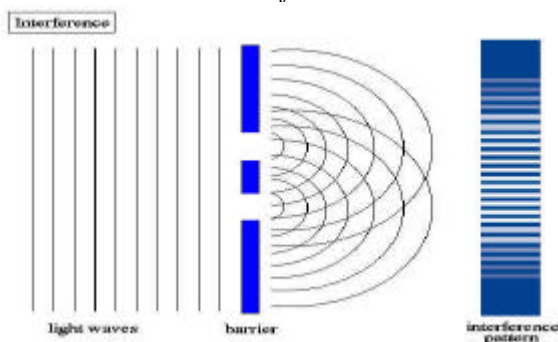
Quando um feixe de luz passava por uma fenda, ele projetava uma região clara de maior intensidade no centro de um anteparo, mas quando a luz passava por duas fendas, NÃO se formava na parede a imagem de duas fendas! Dois feixes de luz projetavam no anteparo várias regiões claras! Como dois feixes de partículas poderiam produzir uma imagem com regiões claras e escuras?



Depois de muitos estudos e muitas experiências, e inspirado por uma analogia com os fenômenos sonoros, Young percebeu que uma teoria de tipo ondulatória, como a de Huygens, por exemplo, poderia ajudar a entender esse fenômeno. Ele **construiu** uma explicação que **partia de algumas hipóteses:**

- um éter permeia todo o Universo, sendo muito rarefeito e elástico;
- ondulações são excitadas nesse éter quando um corpo se torna luminoso;
- a sensação de diferentes cores depende das diferentes frequências de vibração, excitadas pela luz na retina.

Interferência



Ondas de luz

barreira

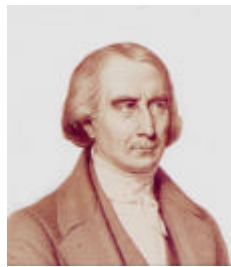
padrão de interferência

Ele propôs então que as ondas de luz poderiam produzir um efeito que fosse resultante da combinação dos movimentos de cada onda. Esse fenômeno é conhecido atualmente como sobreposição e interferência de ondas, podendo haver interferência construtiva ou destrutiva, dependendo de como as ondas se sobrepõem. Young explicou o surgimento das franjas no anteparo do seguinte modo: as ondas poderiam se “espalhar” ao passar pelas fendas, formando frentes de onda circular do outro lado. A sobreposição entre tais frentes de onda produziria regiões de interferência construtiva e destrutiva, o que causaria as regiões claras e escuras no anteparo.

Entretanto, isso não convenceu a maioria dos físicos daquela época, que continuaram acreditando na teoria corpuscular. Um deles, François Jean Dominique Arago (1786-1853) realizou um experimento em 1809 em que ele esperava obter determinado efeito. Mas, para sua surpresa, o experimento não deu a observação esperada. Ele não conseguia explicar o resultado inesperado utilizando a teoria corpuscular. Alguns anos depois, algo aconteceu e contribuiu para Arago mudar sua opinião, passando a acreditar na teoria ondulatória da luz.



Young (1773-1829)



Arago (1786-1853)



Fresnel (1788-1827)

A Academia de Ciências francesa havia proposto em 1817 um prêmio para o melhor trabalho sobre o fenômeno da difração. Os membros da comissão julgadora Laplace, Poisson e Biot eram todos defensores da teoria corpuscular. O resultado do concurso foi surpreendente: o vencedor do prêmio foi Augustin Fresnel (1788-1827) com um trabalho que defendia a teoria ondulatória. Arago era o presidente da Academia nessa época, e perguntou a Fresnel se era possível explicar o resultado de seu experimento de 1809, utilizando a teoria ondulatória. Algum tempo depois, Fresnel enviou a resposta em uma carta, onde além de explicar o experimento, apresentou uma sofisticada teoria para os fenômenos da luz, baseada na ideia de a luz ser uma onda.

Os trabalhos de Young e Fresnel provocaram grande mudança nas crenças da época. Em 1820, a maioria dos físicos ainda acreditava na teoria corpuscular, porém, em 1830, a situação era oposta: a teoria ondulatória da luz passou a dominar o cenário científico. Porém essa mudança trazia consigo uma importante consequência: uma pedra provoca ondas na água, o som é uma onda no ar, mas e a luz? A luz é uma onda em que meio? Obviamente, naquela época ninguém falava em campos, em ondas eletromagnéticas, isso só foi **inventado** no final do século XIX. Então, quando os físicos passaram a aceitar que a luz era uma onda, eles precisaram “aceitar a existência” do éter luminífero, um suporte para a luz.

É claro que essa transição não foi nada fácil! Essa ruptura não significava apenas abandonar uma concepção corpuscular para a luz. Os newtonianos haviam desenvolvido durante o século XVIII um sistema muito bem articulado, com as leis da mecânica de Newton sendo aplicadas a praticamente todos os fenômenos físicos conhecidos até então. Eles até faziam “vista grossa” para um ou outro detalhe que a teoria de Newton não conseguia explicar direito. A luz era explicada por esse sistema de pensamento como sendo corpúsculo e

obedecendo às mesmas leis. Substituir a concepção corpuscular da luz pela teoria ondulatória requereu uma reorganização em várias teorias físicas.

Pois é! Essa **mudança** provocou uma revolução e abriu caminho para outros desenvolvimentos e muitos experimentos. A teoria de Fresnel possuía equações que explicava vários fenômenos naturais e adotava a existência de um éter luminífero que preenchia os espaços vazios do Universo. O éter de Fresnel era muito rarefeito, não atrapalhava o movimento dos corpos, mas era suficientemente rígido para propagar uma ondulação, a luz.

Durante o século XIX, muitos experimentos foram realizados na tentativa de verificar a teoria de Fresnel. Alguns deram resultados positivos e outros não confirmaram a teoria. De qualquer modo, até o final do século XIX, todos aceitavam a luz como sendo uma onda que se propagava no éter. Porém, embora o éter luminífero tivesse um papel fundamental em diversas teorias, ele também tinha problemas. Na época em que prevalecia a necessidade de encontrar na natureza as repostas para todas as indagações humanas, aceitar algo que não poderia ser **verificado experimentalmente**, incomodava vários cientistas. No início do século XX, a teoria da relatividade, que contribuiu para grandes mudanças na física, explicava vários fenômenos sem a necessidade de recorrer ao éter. Com o tempo, isso levou a maior parte dos cientistas e negarem sua existência.

É muito ingênuo pensar que as teorias científicas possam ser comprovadas definitivamente. Quando por razões experimentais ou teóricas uma teoria é rejeitada, outro modelo explicativo para o fenômeno é proposto. Muitas teorias foram elaboradas durante a história da ciência na tentativa de explicar a natureza da luz. Algumas permaneceram aceitas por um tempo, até que outros fenômenos ou novas explicações pudessem questioná-las. O éter foi um ente não observável muito útil para algumas teorias, explicando não apenas a luz, mas também alguns fenômenos térmicos e magnéticos.

Todo esse processo dinâmico de construção do conhecimento científico ao longo dos tempos tem muito a nos ensinar sobre a natureza da ciência. Vimos exemplos de que as teorias da ciência não são elaboradas unicamente a partir da experiência. Os experimentos representam um papel muito importante na construção da ciência, mas é necessário levar em conta outros fatores também. Apenas a observação da natureza não é suficiente para a elaboração de conceitos e teorias. Os exemplos estudados sugerem que é necessário formular hipóteses, construir modelos e acreditar em certos pressupostos que influenciarão a observação dos fenômenos. Se for possível falar que existe um método científico, certamente ele **NÃO** é um modelo infalível “experimento-observação-teoria”.

Discutimos três episódios da história da óptica em que muitos debates envolveram os estudos da natureza da luz. Tais debates são fundamentais para a construção do conhecimento científico, afinal, a ciência é produzida por meio de muitas discussões, especulações e divergências. O processo não é linear, pois muitas teorias já derrubadas são retomadas e reelaboradas em um novo contexto, quer dizer, não existe uma teoria que vai passando de uma época a outra e se aperfeiçoando indefinidamente. Ao longo do tempo, ocorrem **mudanças**, rupturas e divergências no modo de explicar os fenômenos naturais.

A busca pela verdade sobre o funcionamento da natureza é um processo complexo, e nos conduz a uma busca sem fim no desafio de compreender o Universo.

Questões:

- 1) Observar o fenômeno da difração permite que se conclua que a luz é uma onda? Explique.
- 2) Qual era a utilidade do éter luminífero para a óptica do início do século XIX?
- 3) As seguintes frases estão corretas ou erradas? Justifique.
 - a) “Os experimentos de Thomas Young foram suficientes para derrubar a teoria corpuscular da luz”.
 - b) “O conhecimento humano é uma busca sem fim que leva a resultados provisórios e não à verdade.”
 - c) “Falar que uma teoria foi ‘cientificamente comprovada’ pode dar uma visão errada da construção do conhecimento científico”.
- 4) Comente um exemplo histórico para a seguinte afirmação: “A realização de experimentos é muito importante para a elaboração de teorias científicas, mas não é possível tirar conclusões apenas a partir da observação do mundo natural.”

Bibliografia

- CANTOR, G. N.; HODGE, M. J. S. (eds.). *Conceptions of ether. Studies in the history of ether theories. 1740-1900*. Cambridge /London /New York: Cambridge University Press, 1981.
- FRESNEL, A. Lettre d’Augustin Fresnel à François Arago sur l’influence du mouvement terrestre dans quelques phénomènes d’optique. *Annales de Chimie et de Physique*. 9 : 57–66 ; 286, 1818.
- LEVITT, T. Editing out caloric: Fresnel, Arago and the meaning of light. *British Journal of the History of Science* 33 (116): 49-65, 2000.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Em busca do nada: considerações sobre os argumentos a favor do vácuo ou do éter. *Trans/Form/Ação*. 16: 7-27, 1993.
- _____. O retorno do éter. *Scientific American Brasil*, vol. 2, p. 27, julho de 2002.
- _____. “Do éter ao vácuo e de volta ao éter”. *Scientific American Brasil – Os Grandes Erros da Ciência*, Especial História vol 6: 92-98, 2006 b.
- _____. O surgimento da teoria da relatividade restrita. In: CARDOSO, Waldir Thomazi; SILVA, Cibelle Celestino (eds.). *Tópicos de história das ciências naturais*. São Paulo: Editora Manole (no prelo).
- NERSESSIAN, N. J. “Aether/or: The Creation of Scientific Concepts”. *Studies in the History and Philosophy of Science*, 15: 175-212, 1984.
- PIETROCOLA, M. O éter luminoso como espaço absoluto. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*. [série 3] 3 (1/2): 163-182, 1993a.
- _____. Fresnel e o arrastamento parcial do éter: a influência do movimento da Terra sobre a propagação da luz. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. 10 (2): 157-172, 1993b.
- _____. O espaço pleno e a concepção do éter. *A Física na Escola*, vol. 3, n. 2, outubro de 2002.
- WHITTAKER, E. T. A history of the theories of Aether and electricity. London, Nelson, 1953. 2 vols.²
- WORRALL, J. How to remain (reasonably) optimistic: Scientific realism and the luminiferous ether. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*. 1: 334-342, 1994.

² Reprinted as Vol. 7 in the series *The history of modern physics, 1800-1950*. Thomas Publishers/American Institute of Physics, 1987.