

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

Texto 3: Newton e o fenômeno das cores

Thaís Cyrino de Mello Forato

Além das teorias de Leucipo, Empédocles e Aristóteles, diversos outros filósofos da Antiguidade propuseram explicações diferentes para a natureza da luz e a visão. Dentre essas concepções havia também trabalhos cujo enfoque era geométrico, como os estudos de Euclides e Ptolomeu. Muitas teorias foram elaboradas entre o século VI a.C. até o século IV, e os trabalhos de Aristóteles, Euclides e Ptolomeu tornaram-se os mais conhecidos durante a idade média (considerada aqui entre os séculos V e XIV). Nesse período, ocorreu um desenvolvimento bastante significativo da óptica, com a contribuição de diversos povos.

No início do século XVII já eram conhecidos muitos dos fenômenos ópticos, como por exemplo, a propagação retilínea da luz, a reflexão e a refração. Com a invenção do telescópio e do microscópio os estudos em óptica receberam grande incentivo e novos fenômenos foram descobertos, por exemplo, a difração e a interferência luminosa. Mas, uma coisa é conhecê-los e outra coisa é elaborar explicações que sejam aceitas pelos homens da ciência, ou pelo menos para a maioria deles.

Um dos desafios para os pensadores da época, era explicar o famoso “fenômeno das cores”, hoje chamado de dispersão da luz em um prisma. Trata-se da formação de uma mancha alongada com as cores do arco-íris quando a luz branca atravessa um prisma e é projetada em um anteparo. Esse fenômeno já era conhecido, mas não existia uma explicação amplamente aceita para ele. De um modo geral, eles achavam que a luz branca do Sol era o tipo mais simples de luz que existia, e ela **sofria uma transformação** quando atravessava o prisma e projetava as cores do arco-íris em um anteparo ao sair do outro lado. Acreditava-se que o **prisma produzia as cores**, ou seja, a luz branca era **transformada** em várias outras cores, e, diversas teorias diferentes buscavam explicar como ocorria essa modificação da luz.

A explicação que se tornou mais famosa nos séculos seguintes foi dada por Isaac Newton (1642-1727), um personagem muito importante na história da ciência, conhecido, principalmente, pelas contribuições que deixou para a física e a matemática. Ele foi um **filósofo natural**, mais ou menos o que hoje chamaríamos de cientista, mas com algumas características próprias de sua época.

Newton tornou-se muito conhecido por suas realizações. Suas investigações experimentais, acompanhadas de rigorosa descrição matemática, foram consideradas um modelo de metodologia de investigação para as ciências nos séculos seguintes. Ele deixou inúmeros manuscritos e trabalhos publicados, mas suas obras mais conhecidas são o livro *Princípios matemáticos da filosofia natural* (1687), e o livro *Óptica* (1704). Essas obras tornaram-se muito famosas e modelo para os “cientistas” durante o século XVIII. Eles acreditavam que no livro *Princípios* (1687) Newton os havia ensinado a fazer física teórica, pela ampla utilização da matemática na explicação do mundo natural, e na *Óptica* (1704) como fazer física experimental, combinando experimentos e matemática na investigação dos fenômenos.



Quando Newton iniciou o estudo do “fenômeno das cores” ele percebeu uma coisa curiosa: se o buraco por onde passava a luz branca era redondo, e ela chegava na forma de um cilindro ao prisma, por que a mancha formada no anteparo era alongada? De acordo com as suas previsões, a mancha deveria ser circular. Por que o prisma mudaria o formato da figura? Será que era algum defeito do prisma?

Ele começou, então, a **elaborar várias hipóteses para tentar entender o fenômeno**. Uma delas foi bem interessante: “*Será que a luz deixa de se mover em linha reta após atravessar o prisma? Ela poderia sofrer uma modificação que a faria ter uma trajetória curva do outro lado.*” Ele começou a analisar essa hipótese. Repetia o experimento de várias maneiras diferentes. Mudava a posição do prisma, mudava a distância do anteparo onde se formava a mancha, fazia medidas e muitas análises matemáticas. **Acredita-se que foi a primeira vez que alguém utilizou análises matemáticas e geométricas, associadas aos experimentos, para analisar esse fenômeno das cores.** Assim, ele obteve os dados que o fizeram descartar essa hipótese: ele percebeu que o *tamanho da mancha* menos o *tamanho do buraco* era proporcional à *distância entre o prisma e o anteparo*. Os raios não se encurvavam para qualquer direção, mas mantinham uma proporção que mostrava que a luz continuava a propagar-se em linha reta quando emergia (saía) do outro lado do prisma.

Newton **formulou ainda outras hipóteses** considerando que o prisma modificava a luz, mas que foram descartadas conforme realizava experimentos apoiados por análises matemáticas e geométricas. Curiosamente, foi um experimento qualitativo, isto é, sem análises matemáticas, que ele afirma ter sido muito importante para defender sua teoria das cores. Depois que a luz branca passava por um primeiro prisma, ele conseguiu que apenas uma cor passasse por um segundo prisma. Newton percebeu que o segundo prisma não modificava a luz. Se ela era a vermelha, continuava vermelha, se era azul, continuava azul, e assim acontecia com todas as cores que conseguia isolar. Além disso, ele percebeu que as diferentes cores sofriam diferentes deflexões (o quanto cada cor “entorta” ao passar de um meio transparente para outro meio transparente.). O vermelho era sempre o menos refrangível e o violeta sofria sempre a maior refração. Ele percebeu que a refrangibilidade das cores era sempre exata e precisa, embora não tenha apresentado análises matemáticas desse experimento.

Newton **realizou outros experimentos** que reforçaram sua teoria: a luz branca seria uma mistura heterogênea das demais cores, que possuem cada qual seu grau preciso de refrangibilidade. A mancha formada pelo prisma é alongada porque cada cor sofre um desvio diferente ao atravessá-lo. Ele recebeu muitas críticas na época. Seus contemporâneos aceitavam outras teorias e argumentavam que **os experimentos não eram suficientes** para

concluir que o prisma não modificava a luz. Os historiadores da ciência que analisaram as anotações deixadas por Newton reconhecem que, de certo modo, seus contemporâneos tinham razão. Newton **combinou argumentos teóricos e experimentais** para chegar a essas conclusões. Apenas observar os experimentos não era suficiente para concluir que o prisma separava a luz branca.

Os livros didáticos geralmente apresentam que um experimento com o prisma foi suficiente para concluir que a luz branca seria composta da mistura de sete outras cores. Nesses relatos, parece que um único experimento esclareceu o fenômeno e imediatamente, todos os outros filósofos naturais passaram a aceitá-lo. Mas, quando se observava esse fenômeno, era possível formular várias interpretações e hipóteses. Outras teorias existentes na época defendiam que a luz poderia ser ou parecer branca em sua forma pura como provém do Sol. Porém, ela era modificada e passaria a parecer colorida quando atravessava meios transparentes. Foram necessários muitos experimentos diferentes, além de uma análise bastante sofisticada, para compor a argumentação de Newton. Sua explicação para o fenômeno das cores só foi aceita pela maioria dos filósofos naturais nas primeiras décadas do século XVIII.

Questões

- 1) Existe uma única explicação possível para os fenômenos naturais? Comente seu ponto de vista.
- 2) Você acha que a seguinte frase é verdadeira ou falsa? Justifique. “Para construir uma lei matemática que explique um fenômeno, basta observá-lo com cuidado. As boas experiências mostram exatamente como o fenômeno funciona.”
- 3) Quando dois ou mais filósofos naturais defendiam teorias diferentes para explicar um mesmo fenômeno, que aspectos você acha que poderiam contribuir para os pensadores optarem por uma delas?
- 4) O texto abaixo contém pelo menos três afirmações erradas. Encontre duas delas e explique-as.

“Isaac Newton realizou vários experimentos para explicar as cores. Repetiu o famoso ‘fenômeno das cores’ com a luz do Sol atravessando um prisma. Ele observou que o feixe de luz solar entrava branca no prisma, e, na parede oposta, era projetada uma mancha alongada com as cores do arco-íris. Assim, ele provou que a luz branca do Sol é uma mistura heterogênea das outras cores. Todos os seus contemporâneos passaram a admirá-lo, pois finalmente alguém conseguia explicar o fenômeno das cores. A partir daí, todos passaram a aceitar as idéias de Newton para a luz e acreditaram que a luz era composta de corpúsculos.”

Referencias Bibliográficas

COHEN, B.; WESTFALL, R. S. *Newton: Textos, Antecedentes, Comentários*. Trad. Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Contraponto; EDUERJ, 2002.

LINDBERG, D. C. *Theories of vision from Al-Kind to Kepler*. Chicago: University of Chicago Press, 1976.

MARTINS, Roberto de Andrade; SILVA, Cibelle. C. Newton and colour: the complex interplay of theory and experiment. *Science & Education* **10** (3): 287-305, 2001.

MOURA, Breno Arsioli; SILVA, Cibelle Celestino Silva. Newton antecipou o conceito de dualidade

onda- partícula da luz? *Latin American Journal Physics Education*, 2 (3): 218-227, Sept. 2008.

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.

____; _____. A "Nova teoria sobre luz e cores" de Isaac Newton: uma tradução comentada. *Revista Brasileira de Ensino de Física* **18** (4): 313-27, 1996.

WESTFALL, R. S. *Never at Rest: a Biography of Isaac Newton*. Cambridge: Cambridge University, 1980.