



# Teorias vibracionais da luz na Grã-Bretanha do século XVIII

Breno ARSIOLI MOURA



## RESUMO

Neste artigo, apresento um estudo sobre as teorias vibracionais da luz desenvolvidas no século XVIII. É bem sabido que esse século foi dominado pelas ideias newtonianas, o que teve impacto não somente no desenvolvimento da própria filosofia natural, mas espalhou-se para outros campos do conhecimento. Na óptica, em particular, houve um predomínio da concepção corpuscular, embasada pela *Óptica* de Newton, publicada em 1704. Entretanto, havia dissidentes. No decorrer do século XVIII, alguns filósofos naturais criticaram a concepção corpuscular e buscaram desenvolver modelos alternativos, fundamentados em teorias vibracionais da luz. Eu me proponho elucidar os pontos principais dessas teorias, bem como discutir por que elas não repercutiram de maneira significativa.

**PALAVRAS-CHAVE** • Concepção vibracional. Óptica. Le Cat. Franklin. Knight. Wilson. Higgins. Newton.

## INTRODUÇÃO

O século XVIII é comumente associado ao apogeu do pensamento newtoniano sobre o mundo. Nesse período, as doutrinas newtonianas, expressas basicamente nas duas principais obras de Isaac Newton (1642-1727), *Principia* (1687) e o *Óptica* (1704), influenciaram uma grande gama de filósofos naturais, primeiro na Grã-Bretanha, berço de Newton, e depois no resto do continente europeu. Nesse sentido, encontramos em diversas obras os vestígios dessa influência, seja na própria filosofia natural, seja em outras áreas, como a política, religião, história etc. (cf. Cohen, 1980; Shank, 2008; Buchwald & Feingold, 2013).

Em relação à luz, essa percepção não costuma ser diferente. A concepção corpuscular desenvolvida por Newton dominou o pensamento da maioria dos filósofos e estes teriam propagado esse modelo em suas próprias obras, escritas ao longo do século XVIII. De certa maneira, a óptica parece ter sido “infértil” nesse período, uma vez que nenhum conhecimento novo havia sido produzido (cf. Pav, 1975, p. 3106, nota 1).

Antes de prosseguir, cabe considerar que adoto o termo “concepção” para definir um amplo conjunto comum de conhecimentos, modelos e explicações para a luz.

Dessa maneira, apresento aspectos das “concepções” corpuscular e vibracional. Dentro de *uma* “concepção”, desenvolveram-se diversas “teorias”. Essa diferenciação faz-se necessária por conta da variedade de teorias corpusculares, vibracionais e de fluidos elaboradas no século XVIII. Por exemplo, a teoria newtoniana foi *uma* dentre *várias* teorias corpusculares elaboradas nesse século, embora a maioria delas se espelhasse justamente nos escritos de Newton. Mesmo compartilhando aspectos essenciais, que permitem enquadrá-las em uma mesma “concepção”, elas divergiam em outros pontos, como a estrutura da matéria, a interação entre a matéria e a luz etc.

A historiografia moderna sugere que essa interpretação do século XVIII e do alcance das ideias newtonianas sobre a luz é apenas parcialmente correta. De modo geral, os historiadores concordam que as concepções de Newton foram predominantes no período, mas que não se pode pensar em um único “newtonianismo” (cf. Schofield, 1978, p. 175). Um olhar mais apurado ao que tem sido feito em relação ao legado de Newton corrobora a posição de Schofield, dada a pluralidade de interpretações, posições e conclusões disponíveis na literatura especializada (cf. Hall, 1998; Dry, 2014, p. 173-98).

Na história da óptica, as pesquisas têm apontado para um cenário bem mais dinâmico que apenas uma mera reprodução do pensamento newtoniano. Em primeiro lugar, Shapiro (2002) indica, entre outros pontos, a incoerência de atribuímos a Newton a elaboração da concepção corpuscular para a luz. A análise do discurso newtoniano na *Óptica* ou em outras obras anteriores sobre a luz evidencia que Newton nunca defendeu abertamente esse tópico. Preferia utilizar a expressão “raio de luz”, ao invés da palavra “corpúsculo”. Quando abordou a natureza corpuscular, o fez em trabalhos especulativos, como a “Hipótese da luz”, de 1675, ou nas “Questões” ao final da *Óptica*. Outros estudos historiográficos sobre a óptica newtoniana caminham na mesma direção (cf. Sepper, 1994; Hall, 1993).

Em segundo lugar, os newtonianos fizeram mais que simplesmente repetir Newton; pelo contrário, eles desenvolveram a concepção corpuscular, elaboraram modelos mecânicos unindo conceitos dos *Principia* e da *Óptica* e popularizaram a vertente indutivista de Newton, produzindo um novo conjunto de teorias corpusculares no século XVIII. A Grã-Bretanha foi o berço dessa transformação da óptica newtoniana em um ramo da dinâmica. Cantor (1983, p. 32-49) e Steffens (1977, p. 55-92) oferecem um extenso estudo desse processo no contexto britânico e desenharam um panorama de ascensão da concepção corpuscular até meados da metade do século XVIII e de declínio nas primeiras décadas do século XIX.

Nesse amplo período, desde a publicação da *Óptica* em 1704 até a derrocada da concepção corpuscular a partir da década de 1820, não seria razoável admitir que teorias alternativas às corpusculares foram propostas por outros filósofos naturais?

Os estudos historiográficos de Cantor (1983), Steffens (1977), Pav (1975) e Hakfoort (1995) mostram que no século XVIII também foram desenvolvidas teorias não corpusculares. Enquanto algumas foram fruto dos próprios britânicos, outras alcançaram as ilhas, seja em suas versões originais, seja em versões traduzidas para o inglês.

Este artigo apresenta um estudo sobre algumas dessas ideias a respeito da luz publicadas na Grã-Bretanha por teóricos não adeptos ao pensamento corpuscular para a luz sugerido por Newton. Serão discutidos os aspectos mais relevantes das teorias vibracionais elaboradas por Claude Le Cat (1700-1768), Andrew Wilson (1718-1792), Gowin Knight (1713-1772), Benjamin Franklin (1706-1790) e Bryan Higgins (1737 ou 1741-1818). Cabe lembrar que diferencio a concepção vibracional da concepção ondulatória, assim como faz Cantor (1983). As teorias vibracionais são aquelas que concebem a luz como um pulso ou movimento em um meio, geralmente um meio etéreo. Não há uso extensivo de uma abordagem matemática, tampouco conceitos usualmente atribuídos a ondas, tais como frequência, comprimento de onda e amplitude. As teorias ondulatórias são aquelas que fazem amplo uso da matemática e incorporam esses conceitos. Por esse critério, todas as teorias elaboradas por esses autores são vibracionais, e não ondulatórias.

O estudo dessas ideias tem como propósito evidenciar que a óptica do século XVIII não foi apenas newtoniana; muitos filósofos naturais não eram partidários da concepção corpuscular, criticaram-na e avançaram teorias que se lhe contrapunham. Nesse aspecto, o enfoque nas ideias publicadas em território britânico não foi determinado ao acaso, uma vez que ele é necessário para que enfatizemos a relevância que outras concepções da luz tiveram no núcleo da filosofia natural newtoniana. A escolha desses autores foi motivada pelo desconhecimento de suas contribuições à óptica.<sup>1</sup> Franklin, por exemplo, é usualmente associado à história da eletricidade, mas pouco foi discutido acerca de suas ideias sobre a luz. Os demais autores são mencionados apenas em textos muito específicos sobre a óptica do século XVIII, como o de Cantor (1983).

Por outro lado, pretendo mostrar que as teorias elaboradas por esses autores não alcançaram repercussão significativa, por motivos que serão discutidos na conclusão. Dessa maneira, embora tenha havido resistência à concepção corpuscular, não se instalou um contexto de disputa entre essa concepção e a vibracional (cf. Moura, 2016). A partir dessa análise, serão introduzidos outros aspectos ainda não explorados com-

<sup>1</sup> Nesse sentido, justificamos a ausência de uma análise da influência dos trabalhos de Leonhard Euler (1707-1783) em óptica. O estudo apresentado em Hakfoort (1995), bem como a análise de Cantor (1983, p. 117-23) já nos fornecem subsídios para compreender os principais elementos da teoria ondulatória da luz elaborada pelo suíço. Para os autores escolhidos, porém, não há na literatura especializada qualquer exame mais profundo de suas ideias sobre a natureza da luz.

pletamente tanto na literatura nacional quanto internacional acerca da óptica do século XVIII e que julgo serem fundamentais para compreendermos de maneira mais adequada os estudos sobre a luz e as cores desenvolvidos nesse período.

## I AS TEORIAS VIBRACIONAIS DO SÉCULO XVIII

No século XVIII, a concepção corpuscular conviveu com algumas teorias vibracionais elaboradas por eminentes filósofos naturais do período, cujos trabalhos eram conhecidos e lidos pelos seus pares. Essas teorias não chegaram a rivalizar com aquelas elaboradas pelos newtonianos, mas representaram contrapontos ao pensamento dominante na época.

Um dos principais expoentes da concepção vibracional no século anterior, René Descartes (1596-1650), era conhecido e comentado nas ilhas britânicas, e geralmente era tomado como o precursor dessa concepção vibracional, embora grande parte dos futuros teóricos vibracionistas modificariam ou rejeitariam grande parte delas (cf. Hakfoort, 1995, p. 49). No final do século XVII, os britânicos também conheceram as ideias do compatriota Robert Hooke (1635-1703), que desenvolveu uma teoria vibracional baseada na emissão de pulsos luminosos pelo éter, embora sem grande repercussão (cf. Shapiro, 1973, p. 189-202). Do mesmo modo, tiveram acesso ao texto original em francês de Christiaan Huygens (1629-1690), contendo uma sofisticada concepção vibracional, expandindo, recusando e transformando várias ideias cartesianas (cf. Shapiro, 1973, p. 207-44). Porém, *O Tratado sobre a luz*, de Huygens, logo foi ignorado (cf. Moura, 2016, p. 123). No início do século XVIII, aparentemente, apenas o trabalho traduzido do cartesiano Jacques Rohault (1618-1672) exercia alguma influência, especialmente nas universidades, embora o texto incluísse comentários de defensores de Newton explicando a materialidade da luz (cf. Cantor, 1983, p. 115).

Em meados do século XVIII, os britânicos conheceram os trabalhos de Euler, que escreveu sobre diversos assuntos, incluindo a luz. Em 1746, ele publicou a *Nova theoria lucis et colorum* (*Nova teoria sobre a luz e as cores*), um ensaio sobre a natureza da luz, em que introduziu o conceito de frequência para explicar fenômenos como as cores, produzindo uma teoria realmente ondulatória e lançando críticas à concepção corpuscular (cf. Hakfoort, 1995, p. 79). Suas ideias geraram debates na Grã-Bretanha a partir da década de 1750, provocando respostas de teóricos corpuscularistas, como Thomas Melvill (1726-1753).<sup>2</sup> Apesar de sua iminente importância, os teóricos corpuscularis-

<sup>2</sup> Em 1752, Melvill redigiu um ensaio intitulado "Observations on Light and Colours", lido na época em uma sessão da *Medical Society of Edinburgh*. O texto foi publicado postumamente, em 1756. Melvill respondeu à crítica de Euler

tas parecem esforçar-se para ignorar a teoria de Euler. Priestley, por exemplo, disse que não “perturbaria” (cf. Priestley, 1772, p. 358) seu leitor com essas ideias, omitindo propositalmente qualquer menção a Euler. Como aponta Cantor (1983, p. 122-3), embora os filósofos naturais britânicos tenham sido, em sua maioria, cordiais com Euler, poucos o elogiaram, considerando suas ideias tão equivocadas quanto as de Descartes ou Huygens.

As teorias vibracionais de Le Cat, Franklin, Knight, Wilson e Higgins, cujos principais aspectos serão analisados, juntaram-se a esse grupo e representaram uma resistência ao pensamento corpuscular dominante.<sup>3</sup>

### 1.1 CLAUDE-NICOLAS LE CAT

Depois de Euler e sua proposição de uma teoria ondulatória para a luz, o primeiro teórico vibracionista de destaque é Claude-Nicolas Le Cat (1700-1768), com o livro *Traité des sens*, cuja tradução intitulada *A physical essay on the senses* tornou-se disponível aos filósofos naturais britânicos em 1750. O texto original em francês é de 1740, portanto, antes de Euler, mas Le Cat somente chamou atenção após a versão em inglês publicada dez anos depois (cf. Cantor, 1983, p. 115).

Le Cat não foi um cartesiano convicto. Embora estivesse familiarizado com os preceitos de Descartes, o filósofo natural francês divergiu em muitos aspectos, por exemplo, ao preferir tratar a luz do ponto de vista de uma analogia com o som ao invés de simplesmente considerá-la como um movimento em um espaço cheio de matéria (cf. Cantor, 1983, p. 115-6). Segundo Darrigol (2012, p. 150), Le Cat provavelmente seguiu as ideias de outros teóricos vibracionistas franceses da época, tais como Nicholas Malebranche (1638-1715) e Jean Jacques Dortous de Mairan (1678-1771).

Assim como muitos adeptos da concepção vibracional da luz, Le Cat teve uma longa passagem pela medicina, o que provavelmente o levou a acreditar em uma analogia entre a luz e o som. Ele se especializou em cirurgia em 1733 e três anos depois abriu uma escola de anatomia em Rouen, no norte da França. Em 1737, foi designado cirurgião real, oferecendo cursos em diversas áreas, desde física experimental até fisiologia (cf. Vetter, 2008, p. 114). Por conta de sua vivência na medicina, o *Physical essay* mostrou uma preocupação em discutir a luz de uma perspectiva mais fisiológica que física. Para Le Cat, a luz era “uma matéria extremamente sutil”, que depois ele chamou de éter. Embora, a princípio, possa parecer que ele defendeu a materialidade da luz, é

sobre o tamanho das partículas de luz e o possível choque entre elas, até então inobservado. Para Melvill, o que importava era a distância entre as partículas, não seu tamanho (cf. Cantor, 1983, p. 54).

<sup>3</sup> Todos os trechos das obras desses autores presentes no estudo seguinte foram traduzidos livremente pelo autor deste artigo.

mais adequado afirmar que Le Cat pensa na luz como resultado de um movimento dessa matéria sutil. A matéria da luz está “expandida por todo o universo, e todas as outras espécies de matéria estão impregnadas com ela, de alguma forma como a terra sendo misturada com água” (Le Cat, 1750, p. 73).

Le Cat diferencia a luz do fogo, afirmando que este último tem partículas mais pesadas e mais agitadas. A luz, por sua vez, fica tão sutil à medida que se afasta do Sol que não pode ser percebida. Isso explicaria por que a luz não causa os mesmos efeitos do fogo. Como um exemplo de confirmação de sua conjectura, Le Cat cita um experimento realizado por Philippe de La Hire (1640-1718), que tentou observar efeitos do calor da luz da Lua focalizada sobre um termômetro de mercúrio “dotado da maior sensibilidade” (1750, p. 77). No caso da luz do Sol focalizada, efeitos seriam observados por conta da grande quantidade de raios luminosos “unidos à matéria do fogo” (Ibid., p. 78).

Nos trechos seguintes, Le Cat detalha como a luz se manifesta e é percebida pelos sentidos humanos. Nessa primeira tentativa de esclarecer sua concepção, ele aborda a analogia entre a luz e o som.

[A matéria luminosa] tem um movimento, como todos os fluidos sutis. Mas esse movimento não tem energia suficiente para fazer uma impressão em nossa visão (...). O ar está, assim, incessantemente em movimento como um fluido. Mas, para produzir som, é necessário que ele esteja provido com movimentos excedentes de vibração, ou ondulação, [que] ele recebe dos corpos sonoros. Da mesma maneira, a matéria da luz, além de seu movimento de fluidez, necessariamente requer vibrações excitadas ou pelo sol, ou pelas estrelas, fogo, ou, em suma, por algum corpo luminoso, qualquer que ele seja. Essas vibrações são sempre feitas em linha reta (Le Cat, 1750, p. 78).

Apartir disso, Le Cat procura argumentar a respeito da objeção recorrente à analogia entre a luz e o som, a saber, a da impossibilidade dos raios luminosos serem curvados quando atingem um objeto, ao contrário do som. Para ele, o fato de uma pessoa atrás de um muro poder ser ouvida, mas não vista, deve-se ao movimento da luz ser “extinguido muito mais facilmente que aquele do som”. O som, aparentemente constituído de uma matéria mais resistente, coloca em movimento “os corpos mais sólidos” e de certa maneira exerce uma espécie de pressão sobre eles (Le Cat, 1750, p. 79). No caso da luz, isso não ocorre, pois, sendo ela uma matéria muito sutil, seus efeitos são fracos e geralmente imperceptíveis.

Se eu ouço a voz de um homem de detrás de um muro, seu som é comunicado até mim parcialmente através daquele mesmo muro; um recurso do qual as vibrações luminosas estão completamente privadas (Le Cat, 1750, p. 79).

O conceito da luz como matéria sutil também constituiu outro argumento utilizado por Le Cat para minimizar as críticas a respeito da analogia entre a luz e o som. Segundo ele, obviamente o som, se propagado diretamente ao ouvido, é ouvido de maneira mais intensa. Da mesma forma, a luz seria completamente detectada, se a propagação entre a fonte luminosa e os olhos de uma pessoa fosse direta. No caso do som, quando fosse propagado por detrás de um muro, além de exercer uma pressão sobre o muro, também se propagaria por cima dele. O mesmo se aplica à luz, mas com menos intensidade. Para Le Cat, isso é a consequência de “ondulações colaterais [da luz], semelhantes àquelas no ar que servem para a produção do som”, além da vibração principal da matéria luminosa. Vemos, nessa situação, uma luz “muito fraca”, mas alguma luz (Le Cat, 1750, p. 80).<sup>4</sup>

A sutilidade da luz também explica sua grande velocidade. Le Cat acredita que as partículas de luz, por serem muito sutis, estão mais separadas, sendo seus movimentos mais independentes que os das partículas da matéria comum. Consequentemente, “seus movimentos diretos podem ser feitos com muito menos comunicação entre as partes colaterais, e, claro, com uma velocidade muito maior” (p. 80).

Le Cat afirma que o olho exerce um papel fundamental na percepção da matéria luminosa. Não há escuridão, mas apenas uma situação em que nosso olho não detecta luz. Nesse sentido, a escuridão é uma mera sensação, não algo real. Por isso, outros animais, como as corujas, enxergam durante à noite. De acordo com Le Cat, “a principal razão que se pode designar para nossa inabilidade de enxergar no escuro, é a grande luz que nossos olhos estão acostumados a [receber]” (1750, p. 82). O francês ainda relata o caso de um homem, ocorrido em 1677, que, com um olho ferido, passou a enxergar por meio dele apenas à noite, não suportando o mais fraco brilho de luz. Durante o dia e a noite, o homem cobria um dos olhos para poder enxergar.

Ao discutir a reflexão e a refração da luz, Le Cat é assertivo em dizer que não há passagem de luz de um corpo a outro, embora estejamos acostumados a usar esses termos, é somente “a vibração, que é comunicada à matéria luminosa que já está sobre essas superfícies, e dentro desses meios” (p. 86). Ele prossegue afirmando que um seguidor de Descartes podia explicar esses fenômenos simplesmente substituindo o termo newtoniano “atração” pelo termo cartesiano “impulso”.

<sup>4</sup> Décadas mais tarde, Young oferece um argumento muito semelhante para contrapor-se às críticas contra a analogia entre a luz e o som (cf. Moura & Boss, 2015).

[Com isso,] ele colherá duas vantagens sobre a filosofia newtoniana. A primeira é que sua causa é universalmente conhecida e verdadeiramente mecânica; a segunda é que isso explica todos os fenômenos observados por Sir Isaac, e mesmo aqueles inexplicáveis pela doutrina de atração (p. 92).

A incapacidade do conceito de atração em explicar qualquer fenômeno óptico é evidente para Le Cat. Para ele, até Newton está ciente desse problema. Caso o inglês tivesse feito mais experimentos e vivido mais tempo, ele certamente se teria tornado um “completo cartesiano” (p. 104). Le Cat dedica a seção seguinte a explicar como o conceito de atração pode ser substituído pelo de impulsão, sugerindo que, embora pareça que a luz é atraída pelos corpos na refração, ela é, na realidade, impelida pela matéria etérea que cerca os corpos.

Na abordagem sobre as cores, Le Cat menciona os experimentos com prismas realizados por Newton e aparentemente tenta reproduzi-los, sem sucesso. Nessas discussões, ele não faz referência às considerações sobre a natureza da luz colocadas anteriormente, o que as torna completamente desconectadas das partes precedentes do *Ensaio físico*. Por sua vez, Le Cat critica os experimentos e pergunta se o “grande Newton nos deu uma conjectura para um experimento” (p. 131), dando a entender que as descrições experimentais e os resultados obtidos por Newton eram duvidosos. Nos trechos seguintes, Le Cat trata exclusivamente do funcionamento da visão, sem avançar a discussão sobre a natureza vibracional da luz.

## 1.2 BENJAMIN FRANKLIN

Os estudos de Benjamin Franklin sobre a eletricidade são as partes mais conhecidas de seus trabalhos em filosofia natural. Em meados da década de 1740, Franklin começa a envolver-se com experimentos nessa área, consolidando uma afinidade que vinha sendo construída desde dez anos antes. Seus escritos nessa e em outras áreas, basicamente cartas trocadas entre ele e correspondentes europeus, são publicados pela primeira vez em 1751, sob o título *Experiments and observations on electricity, made at Philadelphia (Experimentos e observações sobre a eletricidade, feitos em Filadélfia)*. O livro é organizado por um de seus principais interlocutores na Grã-Bretanha, Peter Collinson (1694-1768) e torna-se a principal fonte dos britânicos para consultar os trabalhos de Franklin. Nos anos seguintes, o livro é reeditado várias vezes, inclusive pelo próprio Franklin (cf. Cohen, 2007, p. 854).

Dentre as cartas publicadas no *Experimentos* está um pequeno texto no qual Franklin discute a natureza vibracional da luz e critica a concepção corpuscular. O texto é uma carta a Cadwallader Colden (1688-1776), datada de 23 de abril de 1752, e que foi



lida na *Royal Society* em 11 de novembro de 1756. As ideias de Franklin sobre a natureza da luz estão intimamente ligadas a suas ideias em eletricidade, principalmente em relação à importância de um meio etéreo para a ocorrência dos fenômenos luminosos.

Franklin rejeitou a concepção corpuscular da luz mesmo antes da carta a Colden. Em 1747, em uma carta a Collinson, Franklin afirma que havia focado a luz solar sobre objetos eletrizados e a eletrização não era comprometida. Por sua vez, ao aproximar uma vela dos objetos, a eletrização era influenciada. Para ele, a “diferença entre a luz do fogo [da vela] e a luz solar é outra coisa que parece nova e extraordinária para nós” (Franklin, 1769, p. 6). A concepção corpuscular parecia não conseguir explicar a diferença de comportamento entre a luz emitida por essas duas fontes. Pensando em propriedades homogêneas de matéria e movimento, isso indicava que as supostas partículas de luz não tinham as mesmas propriedades de outros tipos de partículas materiais; portanto, não se podia aceitar uma concepção corpuscular (cf. Cohen, 1956, p. 322).

No texto a Colden, escrito anos depois, Franklin lhe agradece pelas explicações sobre questões da luz, mas confessa que ainda tem muitas dúvidas. Em seguida, afirma explicitamente que não está satisfeito com as teorias corpusculares, levantando algumas objeções contra elas.

Eu não estou satisfeito com a doutrina que supõe a luz como partículas da matéria, continuamente atiradas da superfície do Sol com uma rapidez tão prodigiosa! Não deveria a menor partícula concebível ter com tal movimento uma força que excede aquela de uma [bola] de vinte e quatro quilos, descarregada de um canhão? Não deveria o Sol diminuir excessivamente pela perda de matéria; e os planetas, ao invés de ficarem mais próximos a ele, como alguns têm temido, recuarem a grandes distâncias em virtude da atração reduzida? Ainda, essas partículas, com esse incrível movimento, não movimentarão ou removerão [o] menor e mais leve pó que encontrem? E o Sol, pelo que sabemos, continua com suas dimensões antigas e seus subordinados [os planetas] movem-se em suas antigas órbitas (Franklin, 1769, p. 264-5).

Para Franklin, os fenômenos da luz seriam mais bem explicados, se ela fosse considerada o movimento de um fluido elástico e sutil, da mesma maneira que os fenômenos sonoros. Se não se admitia haver a propagação de partículas sonoras, por que haveria de se admitir algo semelhante para a luz?

Franklin faz uma alusão a uma possível relação entre a luz, a eletricidade e o som. Para o norte-americano, a eletricidade também pode provocar vibrações no meio sutil responsável pelos efeitos luminosos. Os diferentes graus dessas vibrações provocadas pela faísca elétrica produziam as sensações de diferentes cores.

Eu penso que o fluido elétrico é sempre o mesmo, mas eu vejo que as faíscas mais fracas e mais fortes diferem em cores aparentes, algumas brancas, azuis, roxas, vermelhas; as mais fortes, brancas; as mais fracas, vermelhas. Assim, os diferentes graus de vibração dados ao ar produzem sete sons diferentes, de forma análoga às sete cores, mesmo que o meio, o ar, seja o mesmo (Franklin, 1769, p. 265-6).

Franklin sabia, entretanto, que estava advogando por uma concepção rejeitada pela maioria dos filósofos naturais da época. Em uma espécie de desabafo, ele afirma a Colden que podia ser acusado de “heresia filosófica”, por estar contra a “doutrina ortodoxa” (Franklin, 1769, p. 267).

As críticas de Franklin, veiculadas na carta a Colden, são respondidas pouco mais de uma década depois, por Samuel Horsley (1733-1806), adepto da concepção corpuscular e defensor de Newton. Em dois artigos publicados no *Philosophical Transactions*, periódico da Royal Society, Horsley descreveu vários cálculos para demonstrar a pequenez da luz e sua pouca influência mecânica sobre outros corpos.

O diâmetro da luz não excede “um milionésimo de um milionésimo de uma polegada” (Horsley, 1770, p. 418). Contudo, a densidade das partículas é “três vezes que aquela do ferro” (p. 419). Horsley não explica por que milhões de partículas com tamanha densidade, mesmo pequenas, não produzem perda de massa do Sol. Ele prefere enfatizar o pouco movimento dessas partículas, afirmando que ele é muito pequeno quando comparado com o de outros corpos materiais e, portanto, não ocasiona qualquer efeito.

A primeira questão do Dr. Franklin está respondida. Uma partícula de matéria, que é provavelmente mais larga que qualquer partícula de luz, movendo-se com a velocidade da luz, tem uma força de movimento, a qual, ao invés de exceder a força de um pilão de vinte e quatro [quilos] descarregado de um canhão, é infinitamente menor que aquela do menor tiro disparado de uma pistola de bolso, ou menor que a de qualquer uma que a arte possa criar (Horsley, 1770, p. 420).

Em seguida, Horsley considera a periodicidade da emissão dos raios luminosos pelo Sol. Segundo ele, essa emissão não precisa ser contínua, podendo dar-se em intervalos bem curtos. Mesmo se fosse contínua, isso não afetaria o Sol, como temia Franklin. Enfim, conclui que

será facilmente entendido que uma emanação contínua a partir do Sol não implica necessariamente um desperdício contínuo, ou perda, igual à emanação. Se a luz é continuamente emitida a partir do Sol em todas as direções, parte disso está

continuamente retornando para ele, pela reflexão dos planetas, e outra luz está continuamente vindo a ele, a partir dos sóis de outros sistemas. (Horsley, 1770, p. 421).

No entanto, Horsley reconhece que a luz fornecida pelo Sol deveria ser maior que a recebida por ele, uma vez que se fossem iguais, “nossa atmosfera seria tão fortemente iluminada de noite quanto de dia” (1770, p. 421). Ele se propõe a conjecturar sobre os efeitos dessa proposição, calculando o tanto de matéria que o Sol perderia. Após alguns cálculos, Horsley chega ao número de  $1/1217420$  partes do Sol desperdiçadas com a emissão de luz em “385130000 anos egípcios” (p. 423), ou seja, a perda é irrelevante.

Não foram encontrados registros sobre as reações aos cálculos de Horsley, o que é curioso, visto que o próprio autor admite que seus cálculos sobre a quantidade da matéria luminosa que sai do Sol foram “superestimados” (p. 427). Horsley não parece preocupar-se, igualmente, que seu argumento de que o Sol não perderia massa significativa corroborava justamente os argumentos de objetores como Franklin. O Sol, afinal, perdia massa. Isso não poderia levar ao seu fim, mesmo que em um futuro muito distante? Não há registros de que Franklin respondeu aos argumentos de Horsley ou de que tenha feito outras críticas.

Grande parte dos assuntos abordados na carta a Colden são retomados em outro breve texto sobre a luz, lido em 20 de Junho de 1788 na *American Philosophical Society* e publicado em 1793 com o título “A new and curious theory of light and heat” (“Uma nova e curiosa teoria da luz e do calor”). Contudo, Franklin dedicou-se mais a explorar a natureza do calor que da luz propriamente. Como aponta Cohen, “talvez Franklin tenha sido mais bem-sucedido em sua teoria do fogo” (2007, p. 853) que em suas ideias sobre a luz.

No texto de 1788, Franklin afirma que o universo está permeado por um fluido sutil, “cujo movimento, ou vibração, é chamado de luz” (Franklin, 1793, p. 5). Esse fluido, ao entrar excessivamente em um corpo, separa suas substâncias, dilatando-o. Quando ausente, o corpo está congelado. Quando em quantidades adequadas, o corpo está “saudável” e apto a exercer “todas as suas funções”, o que é denominado de “calor natural” (Franklin, 1793, p. 6). Quando injetado forçosamente no corpo vivo, ele separa e destrói a carne, queimando-a, temos o fluido fogo.<sup>5</sup>

Para Franklin, a vibração do fogo provocada pelo Sol produz finalmente a sensação de luz.

<sup>5</sup> É importante destacar que Franklin, assim como vários outros filósofos naturais do século XVIII, associa a palavra “fogo” a um tipo de fluido sutil, do qual um dos efeitos é o “fogo comum”.

Nesse caso, como deve haver uma continuidade ou comunicação desse fluido através do ar logo abaixo até a Terra, não é pelas vibrações dadas a ele pelo Sol que a luz aparece para nós? E não pode ser que cada uma das vibrações infinitamente pequenas, atingindo a matéria comum com uma certa força, entre em sua substância, sendo mantida aí pela atração e aumentada por vibrações que se sucedem até que a matéria tenha recebido tanto quanto sua força é capaz de inserir? (Franklin, 1793, p. 7).

Embora fosse entusiasta de uma concepção vibracional da luz, Franklin nunca chegou a desenvolver uma teoria ou avançar aspectos matemáticos dos fenômenos luminosos. Segundo Cohen (1956, p. 323, nota), o único argumento considerado significativo é uma observação relacionada à luz e à chama de uma vela. O relato é feito por Priestley, em *The history and present state of discoveries relating to vision, light and colours*, (*A história e o estado presente das descobertas relativas à luz e às cores*) de 1772. Segundo Priestley, Franklin lhe havia mostrado que as chamas de duas velas, quando unidas, fornecem muito mais luz – e calor – que quando separadas. Priestley, contudo, escreve o seguinte trecho:

conjectura-se que a união de duas chamas produz um maior grau de *calor*, e que isso causa uma posterior atenuação do vapor, e uma emissão mais copiosa de partículas da qual a luz consiste (Priestley, 1772, p. 807).

Apesar de Franklin ter certamente corroborado o primeiro ponto – a produção de mais do que o dobro da luz emanada por cada vela separadamente –, é certo que ele não pensou na luz consistindo de partículas (cf. Cohen, 1956, p. 323, nota). Por ser favorável à concepção corpuscular e ao mesmo tempo admirador de Franklin, Priestley pode ter desejado aliar os dois. Contudo, mesmo que Franklin tenha escrito muito pouco sobre a natureza da luz, é evidente que defendeu uma concepção vibracional, a despeito da concepção corpuscular.

### 1.3. GOWIN KNIGHT

A concepção vibracional da luz tem entre seus representantes o irlandês Gowin Knight (1713-1772). Formado em medicina e filosofia natural pela Universidade de Oxford, Knight desenvolveu novas técnicas para magnetizar barras metálicas, contribuindo para o aprimoramento da navegação. Esses estudos em magnetismo promoveram o prestígio de Knight entre os britânicos, levando-o a estabelecer contratos lucrativos com a marinha real da Grã-Bretanha (cf. Fara, 2002).

Em 1748, Knight escreve um livro sobre filosofia natural, em que desenvolve uma teoria vibracional pouco usual para os vibracionistas da época, misturando os conceitos de atração, repulsão, composição da matéria e pulsos propagados em um meio para explicar os fenômenos luminosos. O texto foi republicado seis anos depois e intitulado *An attempt to demonstrate that all the phænomena in nature may be explained by two active principles, attraction and repulsion*. (*Uma tentativa de demonstrar que todos os fenômenos na natureza podem ser explicados por dois princípios ativos, atração e repulsão*). O objetivo central da argumentação de Knight é demonstrar que todos os fenômenos podem ser explicados pela atração e repulsão.

Quando consideramos a vasta variedade de efeitos, que são explicados unicamente pela atração somente; aparecerá mais que provável que uns poucos outros princípios, tão extensivamente quanto claramente explicados, podem abrir uma porta aos mais secretos mistérios da natureza. Em busca desse pensamento, eu fui gradualmente levado a examinar se a repulsão não era um princípio desse tipo; e se isso [repulsão] e a atração não poderiam sozinhas ser suficientes para dar conta de todos os *fenômenos* com os quais estamos familiarizados. (Knight, 1754, p. 2).

O tema de estudos dominante de Knight não era a luz, mas o magnetismo (cf. Cantor, 1983, p. 128). Por essa razão, seu livro não trouxe uma descrição detalhada e específica sobre a luz, mas a aborda de maneira a relacioná-la com outros fenômenos naturais. É provável que sua proposta de mesclar os conceitos de atração e repulsão com a explicação de fenômenos luminosos tenha surgido a partir de seus estudos sobre o magnetismo.

No início do texto, Knight busca designar princípios básicos, para depois detalhar seu conceito de atração e repulsão. Entre outros pontos, afirma que a causa de todas as coisas deve ser derivada de Deus e que não podem existir mais causas que as absolutamente necessárias. A existência, extensão, impenetrabilidade, mobilidade e inércia da matéria são todas causas imediatas da vontade de Deus (cf. Knight, 1754, p. 3-4).

Atração também é uma causa imediata de Deus, da qual há dois tipos: a gravitação e a coesão. Da mesma forma, temos a repulsão, cujos efeitos são opostos ao da atração. Knight parece ter sido um dos primeiros filósofos naturais a considerar a repulsão como um princípio fundamental da natureza (cf. Schofield, 1970, p. 176).

Para Knight, atração e repulsão não podem coexistir em um mesmo corpo, concluindo que “há na natureza dois tipos de matéria, uma atrativa, e outra repulsiva” (Knight, 1754, p. 10). Nessa estrutura, partículas atrativas se concentrariam em lugares comuns e partículas repulsivas ficam ao redor delas, expandindo-se indefinida-

mente e formando uma espécie de atmosfera. A quantidade de partículas repulsivas ao redor das atrativas é a necessária para balancear os poderes opostos desses dois tipos de matéria (p. 19).

Após essa discussão inicial, Knight desenvolve alguns argumentos sobre a luz e seu comportamento. A luz faz parte das partículas repulsivas. Por esse motivo, ela se propaga a imensas distâncias pelo universo, saindo do Sol e chegando até a Terra, uma vez que as partículas se repelem ininterruptamente, afastando-se umas das outras. Nos trechos seguintes, Knight sugere que a sensação de luz é consequência do movimento dessas partículas repulsivas. Em uma das proposições, ele defende essa ideia, em contraposição a uma concepção estritamente corpuscular da luz.

E é muito mais fácil compreender como um tremor possa ser propagado de um fim de uma série de corpos elásticos a outro, no mesmo tempo que a luz leva ao vir do sol até nós, que conceber como uma partícula de luz possa continuar seu movimento e direção inalterados, através de tão vasto espaço, e com tamanha velocidade, enquanto inumeráveis outras partículas estão em todo lugar movendo-se em direções diferentes e muitas vezes contrárias (Knight, 1754, p. 53).

A fim de defender uma concepção vibracional, Knight justifica a propagação retilínea da luz. Segundo ele, as vibrações luminosas também se dispersam, mas os órgãos humanos são insensíveis a essa dispersão. Dessa maneira, assim como um pêndulo faz o ar ao redor oscilar, mas não produz som audível para os humanos, vibrações periféricas da luz são muito fracas para produzir qualquer efeito significativo (cf. Knight, 1754, p. 54-5).

Knight prossegue relacionando luz e calor. Quanto mais luz entra em um corpo, mais sua característica repulsiva age sobre ele, produzindo os efeitos do calor comum. A diferença entre os dois está relacionada à intensidade da vibração das partículas repulsivas:

Portanto, nós vemos a diferença entre a luz e o calor: A primeira pode ser produzida por uns poucos raios em vibração, desde que essas vibrações sejam ativas o bastante; o último pode ser produzido por vibrações muito mais fracas, posto que os raios são suficientemente numerosos (Knight, 1754, p. 59).

Embora Knight tenha discutido uma teoria vibracional da luz, com uma base conceitual bem definida, seu texto não chegou a explorar a multiplicidade de fenômenos ópticos conhecidos na época, como a dupla refração, a difração, os “anéis de Newton” etc. Mesmo em relação às cores, suas colocações foram bastante superficiais, fazendo

referência apenas à analogia com as diferentes vibrações do som. Em outros trechos do livro, Knight aborda outros temas, concentrando-se em estabelecer mais uma teoria do magnetismo (e da matéria) que uma teoria da luz (cf. Schofield, 1970, p. 179).

#### 1.4. ANDREW WILSON

Assim como muitos filósofos naturais da época, Andrew Wilson (1718-1792) também explorou a relação entre a luz e o calor, em dois trabalhos publicados em 1774 e 1776. Wilson estudou medicina na Universidade de Edinburgh, obtendo o título de doutor em medicina em 1749, com uma dissertação intitulada *De luce (Sobre a luz)*. Seguidor das ideias antinewtonianas de John Hutchinson (1674-1737),<sup>6</sup> Wilson criticou teorias corpusculares para a luz e as cores (cf. Wright, 2004). Segundo Cantor (1983, p. 125), Wilson foi o único teórico vibracionista a negar a ação a distância, o que o levou a negar da mesma maneira a existência das forças ópticas de curto alcance discutidas pelos corpuscularistas.

No livro *The principles of natural philosophy*, publicado em 1754, ele desferiu duras críticas contra Newton e os métodos adotados pelos seus seguidores, além de exaltar as ideias de Hutchinson. Para o filósofo natural, autores estrangeiros haviam notado várias deficiências das “hipóteses” desenvolvidas por Newton “que mereciam a atenção dos *newtonianos*, mas estes se apoiaram no benefício do caráter de infalibilidade (...) e não responderam a eles uma palavra” (Wilson, 1754, p. 17). Nesse texto, Wilson não aborda diretamente o assunto da luz e das cores, concentrando sua discussão na composição da matéria.

Nas *Medical researches (Pesquisas médicas)* publicadas em 1777, Wilson desenvolve argumentos específicos sobre a luz, descrevendo um esboço de teoria vibracional. Embora o texto seja um tratado médico, Wilson apresenta ao final do livro três cartas escritas ao barão Hildebrand Jacob (c. 1718-1790), nos quais discute a luz. Para ele, a luz e o fogo são substâncias materiais e iguais, sendo isso evidente de suas “gerações recíprocas de cada um” (Wilson, 1777, p. 275) e também da observação das leis que regem seus comportamentos.

<sup>6</sup> Hutchinson é apontado por Cantor (1983, p. 95-102) como um dos que influenciaram os teóricos dos fluidos, ao lado de Herman Boerhaave (1668-1738). Ele considerava a Bíblia como a fonte mais fiel de conhecimento sobre o mundo natural e afirmava que havia três tipos de modificações sob as quais as partículas sutis estavam sujeitas: fogo, luz e espírito. Em um processo cíclico, a luz era a emanção de partículas de fogo do Sol que, ao chegarem ao firmamento, tinham suas velocidades reduzidas tornando-se espírito ou ar. Schofield (1970, p. 122) o classifica Hutchinson como o fundador de um movimento antinewtoniano na Grã-Bretanha no século XVIII que considerava as ideias de Newton ateístas.

Eles agem em linhas retas; eles se difundem do centro para fora; seus poderes decaem de acordo com suas distâncias dos centros dos quais foram irradiados. Eles estão sujeitos às mesmas leis da reflexão (Wilson, 1777, p. 276).

Wilson lista seis aspectos problemáticos da concepção corpuscular inspirada em Newton. O primeiro deles é a imensa velocidade da luz, que não apenas excede “toda credibilidade, mas também é absolutamente impossível” (Wilson, 1777, p. 277). Segundo Wilson, essa imensa velocidade certamente destruiria todos os objetos terrestres assim que a luz do Sol os atingisse. O segundo argumento refere-se à falta de regulação dessa velocidade. Objetos diferentes, em diferentes situações, devem emitir luz com velocidades diferentes. “Quem pode acreditar que um vagalume tem o poder de dar à luz a mesma inconcebível quantidade de movimento que o centro de fogo [Sol] que anima todo o universo?” (1777, p. 278-9).

Os terceiro e quarto argumentos recaem sobre a regularidade da propagação da luz. Wilson acredita ser incoerente pensar que uma sucessão de partículas, movendo-se a grande velocidade, mantem a ordem que uma propagação retilínea parece ter. O mesmo se aplica para a ordem das cores do espectro luminoso, mantidas “sem qualquer possível confusão” (1777, p. 279). Os dois últimos argumentos contra a concepção corpuscular mencionam o suposto poder de atração entre a luz e os corpos. No último, ele chama a atenção para a impossibilidade de um espaço vazio exercer um poder repulsivo sobre os raios de luz.

Por último, eu sempre considerei o mais inconcebível e incrível de todos os mistérios que a filosofia jamais propôs à confiança humana, que *nada*, ou os supostos espaços vazios em corpos coerentes, podem ter um poder de refletir raios de luz colidindo com tal momento infinito contra eles (Wilson, 1777, p. 281).

De acordo com Wilson, a ideia de um “*plenum* de luz” explica todos os fenômenos luminosos, sendo isso mais coerente que o conceito de corpúsculos movendo-se com imensa velocidade pelo espaço (1777, p. 281-2). O conceito de *plenum* de luz explica, por exemplo, por que raios luminosos passam com igual facilidade por um cristal de gelo e pela água em ebulição.

A luz que passa através de um pedaço de cristal pode ser explicada pelos poros do cristal estando em linhas paralelas às linhas da luz. Mas isso não resolverá o fenômeno da luz passando em linhas retas através de um fluido quente em ebulição, cujos poros não podem continuar um momento na mesma posição paralela entre si. Se então, esse maravilhoso fluido pode preservar sua ação como luz



ininterruptamente, através de um *plenum* cujas partes internas estão em movimento perpétuo, [então] é de se pensar que no meio puro de seu *plenum*, ela deverá fazer suas impressões em nossos sentidos na direção dos raios ou linhas, sem a necessidade de supor [que] suas operações devem ser distraídas, porque elas são executadas em um *plenum*, ou sem a necessidade de supor que todo átomo de Luz que imprime no meu olho a sensação de um objeto, deve ter sido emitido ou reverberado daquele objeto, da mesma maneira que uma bola atirada contra um muro retorna para a minha mão novamente? (Wilson, 1777, p. 285-6).

Nessa perspectiva, o *plenum* de luz estaria em constante movimento, sendo o Sol uma “fonte” dele (Wilson, 1777, p. 290). Nos trechos seguintes, ele comenta sobre a presença desse fluido nos corpos e os efeitos que ele causa, nos quais é possível perceber a relação que ele estabelece com os efeitos do fogo comum.

Nos anos seguintes, o assunto da luz e das cores não parece ter ocupado Wilson, dedicando-se ele mais a temas de medicina (cf. Wright, 2004).

### 1.5. BRYAN HIGGINS

Bryan Higgins (1737 ou 1741-1818) pode ser classificado tanto como um teórico vibracionista quanto um teórico de fluidos (cf. Cantor, 1983, p. 218, nota 14). Isso se deve a mudanças de sua teoria da luz ao longo de três décadas, pois no começo de seus estudos é possível observar uma inclinação pela concepção vibracional, e no final, quando estava mais envolvido com a química, uma aproximação à concepção dos fluidos. Portanto, na análise de seu trabalho sobre a luz, nota-se uma espécie de teoria híbrida, que combina aspectos vibracionais e fluídicos.

Higgins foi químico e praticante de medicina, mas poucos detalhes são conhecidos sobre sua vida e sua trajetória inicial na filosofia natural. Um aspecto notável foi a abertura de uma “escola de prática química” em 1774, na qual ele ministrou conferências por alguns anos. Dentre os aspectos de sua vida profissional, destaca-se o conflito com Priestley, acusado de plágio por Higgins em seus experimentos químicos (cf. Gibbs, 1965, p. 60). Por volta do final do século XVIII, ele se aposentou, talvez por perceber que suas ideias em química não caminhavam ao lado dos recentes desenvolvimentos da área, principalmente por conta dos trabalhos de Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794) (cf. Thackray, 2008, p. 382, 384).

Em 1776, Higgins publicou o primeiro volume do *A philosophical essay concerning light* (*Um ensaio filosófico concernente a luz*). Embora tenha registrado o texto como um primeiro volume, não há notícias de qualquer outra parte publicada. Há uma breve referência nos *Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society*

de 1910, dizendo que o texto foi “tudo que havia sido publicado” (Meldrum, 1910, p. 9). No prefácio, Higgins afirma tratar-se de um trabalho introdutório, no qual ele apenas discute a natureza da luz. Os fenômenos luminosos ficavam para o segundo volume.

Eu pensei ser conveniente entregar para impressão, não mais do que aparece neste primeiro volume, o qual é um pouco mais que uma introdução. E reservar as partes mais importantes do trabalho pretendido para uma publicação futura e mais madura, a qual deve constituir-se [como] um segundo volume no curso de alguns meses. (Higgins, 1776, p. xvi)

O filósofo natural irlandês afirma existirem sete tipos distintos de elementos da matéria: “terra, água, ácido, álcali, ar, flogisto, luz” (Higgins, 1776, p. xix). No corpo do texto, Higgins declara que “as relações recíprocas da luz e outras matérias” para explicar os fenômenos ópticos ainda não haviam sido estudadas claramente por nenhum outro autor (p. 2). Este início já aponta para as analogias que ele pretende construir, relacionando a luz com outros tipos de matéria e estabelecendo que ela está sujeita às mesmas leis. Entretanto, o fato da luz estar relacionada de alguma maneira aos outros tipos de matéria não implica necessariamente que ela seja igual aos outros tipos. Higgins esclarece que a luz é “uma matéria evidentemente diferente dos elementos mencionados anteriormente” (p. 9).

Higgins defende um modelo de matéria no qual um tipo não pode converter-se em outro. Utilizando o termo “átomo”, ele alega que este é imutável, tendo uma característica específica para cada tipo de matéria. Dessa forma, a luz não pode ser convertida em água ou flogisto (1776, p. 38). A partir disso, Higgins critica os seguidores de Newton por considerarem correto o que está dito na “Questão 30” da *Óptica*, ou seja, de que “os corpos pesados e a luz [são] convertíveis um no outro” (Newton, 1996, p. 273). Higgins busca salientar que, na realidade, Newton escreveu apenas uma “conjectura” e que não seria correto opor-se ao que é obtido pela experiência (cf. Higgins, 1776, p. 43).

Um dos pontos de destaque no conceito de Higgins sobre a natureza da luz é sua negação do éter. Para ele, um “fluido etéreo” não pode ser considerado no “raciocínio óptico” (p. 44). Os sete tipos de matéria mencionados por ele anteriormente são suficientes para explicar muitos fenômenos atribuídos ao éter, inclusive aqueles envolvendo atração e repulsão de partículas de matéria. Higgins critica novamente os filósofos naturais newtonianos, por aceitarem cegamente as especulações de Newton sobre o éter na *Óptica*, classificando esse conceito como “inútil” (p. 54).

Em trechos seguintes, Higgins aborda especificamente a natureza física da luz. Seus argumentos sugerem que ele pensa a luz como algo já existente no universo, sendo apenas excitada pelos corpos luminosos.

Mas quando nós admitimos que nenhuma luz é projetada do corpo luminoso, então devemos concluir que a matéria da luz existia previamente em toda parte mensurável do lugar e durante a sua total escuridão. E desde que a quietude da luz é escuridão, o movimento da luz é a causa da iluminação, e nós podemos ver os objetos apenas pela luz em movimento (Higgins, 1776, p. 232).

Dessa forma, a concepção de Higgins diferencia-se das concepções usuais dos vibracionistas e corpuscularistas. A luz é material, mas não corpuscular. Ele parece pensar em um fluido luminífero espalhado por todo o universo, mas esse fluido não seria o éter. A sensação de luz e os fenômenos ópticos ocorrem quando a luz sai de uma espécie de estado estacionário, entrando em movimento. A luz não é o movimento no fluido, mas o próprio fluido em movimento.

O limite entre a concepção de Higgins e as concepções tradicionais dos corpuscularistas é tênue, mas há diferenças significativas que auxiliam a separá-las. Higgins não pensa em emanção de matéria. A luz é um fluido em movimento, mas não emanado de um corpo luminoso. De acordo com ele, acreditar na propagação de partículas luminosas do Sol até a Terra, por exemplo, implica em aceitarmos que cada hora do dia é mais quente que a anterior e este “nosso mundo deve estar em vermelho quente e em chamas” (Higgins, 1776, p. 240), uma vez que as partículas luminosas se acumulam ao longo do dia. Acreditar que a perda de massa do Sol pode ser atenuada pela queda de cometas nele, como postulou Horsley, é “uma mera conjectura” (p. 241). Os trechos posteriores de seu livro continuam investindo em argumentos contrários à concepção corpuscular.

Higgins não avança no detalhamento de sua própria concepção da luz. Aparentemente, a discussão fica para o segundo volume, nunca publicado. Apesar de ser considerado um dos poucos títulos específicos sobre a luz no século XVIII (cf. Cantor, 1983, p. 30), o *Ensaio filosófico* de Higgins configura-se mais propriamente como um tratado sobre a constituição dos tipos de matéria que sobre a luz. Em trabalhos publicados nos anos seguintes, ele passa a defender uma teoria de fluidos.

## CONCLUSÃO

A análise anterior mostra, entre outros pontos, que no século XVIII foram publicadas na Grã-Bretanha obras sobre a luz e as cores que divergiam do pensamento newtoniano preponderante. É possível dizer que essas teorias exerceram algum tipo de influência sobre a óptica ou a filosofia natural britânica? Não há uma resposta definitiva, mas alguns pontos subsidiam uma análise mais precisa sobre essa questão.

O *Ensaio filosófico* de Le Cat tornou-se conhecido na Grã-Bretanha e na Europa (cf. Cantor, 1983, p. 115; Darrigol, 2012, p. 149). Ele era próximo de outras figuras importantes da época, como Jean Antoine Nollet (1700-1770) e Voltaire (1694-1778) (cf. Vetter, 2008, p. 115). Supõe-se, assim, que suas ideias eram ao menos conhecidas pelos filósofos naturais britânicos e europeus. A respeito de Franklin e Knight, é razoável presumir que seus textos foram lidos, uma vez que eram membros da *Royal Society* e tinham trabalhos notórios em outros campos. No caso de Franklin, a resposta dada por Horsley reforça a dedução de que suas ideias eram familiares aos demais filósofos naturais, inclusive corpuscularistas. Sobre Higgins, seu trabalho ativo como conferencista e sua presença em clubes de discussão garantiram a ele relativa fama entre seus pares (cf. Gibbs, 1965, p. 62). Por fim, em relação a Wilson, pouco se pode afirmar sobre a repercussão de sua teoria vibracional, mas sabe-se que ele deu conferências a respeito de assuntos da medicina, além de ter sido membro do *Royal College of Physicians* em Edinburg e médico em um hospício de Londres.

Desse modo, os teóricos vibracionais estudados neste artigo não eram desconhecidos da comunidade de filósofos naturais da época. Porém, mesmo que lidas, as teorias construídas por esses pensadores não chegaram a repercutir amplamente, sequer entre eles mesmos. Não há referências de uns aos outros, sendo a única exceção a breve menção de Higgins a Le Cat, Euler e Huygens no final de seu livro (cf. Higgins, 1776, p. 256). Trabalhos históricos sobre a óptica publicados na época, como o de Priestley em 1772 ou o verbete “Óptica” da *Encyclopædia Britannica* de 1797, escrito por John Robison (1739-1805) raramente mencionaram alguns desses autores. O fato de Priestley e Robison, ambos seguidores de Newton, não terem citado detalhadamente esses autores mostram que suas teorias não eram consideradas rivais pelos teóricos corpuscularistas.

Se as teorias vibracionais do século XVIII mencionadas neste texto não exerceram influência, cabe refletir sobre as possíveis razões para isso. Em primeiro lugar, é essencial reconhecer o imenso prestígio que Newton e a concepção corpuscular usufruía na época (cf. Dobbs & Jacob, 1995; Fara, 2002; Silva & Moura, 2012). Como salienta Cantor (1983, p. 89), não havia teorias tão abrangentes para os fenômenos ópticos como a corpuscular. A *Óptica* de Newton certamente refletiu isso, incorporando em seu conteúdo explicações para praticamente todos os fenômenos da luz que eram conhecidos até o início do século XVIII. Dessa forma, combater a concepção corpuscular não era tarefa simples.

Por outro lado, é preciso olhar para a estrutura e fundamentação das teorias vibracionais. De maneira geral, a análise das teorias de Le Cat, Franklin, Knight, Wilson e Higgins sugere que não havia uma liderança entre os teóricos vibracionistas.

Enquanto os corpuscularistas se apoiam recorrentemente em Newton e em sua *Óptica*, os vibracionistas parecem não ter uma fonte de inspiração única e, principalmente, de prestígio para rebater os newtonianos. Um palpite fácil seria Descartes ou Huygens, porém, nenhum foi elogiado ou citado extensamente, tampouco suas ideias serviram de base para a construção das teorias vibracionais desses autores.

Além disso, não havia uma unidade entre os teóricos vibracionistas. Enquanto os teóricos corpuscularistas concordavam que a luz era constituída de partículas materiais e influenciada por outros corpos por meio de forças, os vibracionistas nem sempre seguiram o mesmo pensamento sobre como era a vibração luminosa e quais eram as características do meio em vibração. Além disso, percebe-se a divergência frequente entre suas concepções de matéria e como ela interagia com a luz. Os dois únicos aspectos em comum são a existência de um meio etéreo – mesmo que divergissem em relação às suas características – e a analogia entre luz e som (cf. Cantor, 1983, p. 123).

A associação entre a luz e o som, no entanto, também serve como peça de crítica por parte dos teóricos corpuscularistas. O espalhamento das vibrações sonoras ao atingirem um obstáculo não encontra fenômeno similar no comportamento da luz, sempre visto como retilíneo. Por várias décadas ao longo do século XVIII, esse argumento foi habitual nos trabalhos dos teóricos corpuscularistas (cf. Cantor, 1983, p. 112; Darri-gol, 2012, p. 136). Le Cat e Knight responderam essa crítica, com relativo sucesso, mas parece não ter sido suficiente para minimizar a rejeição da concepção vibracional, há muito construída pela *Óptica* de Newton.

Destaca-se também que nenhum desses autores dedica-se exclusivamente ao tema da luz e das cores. Franklin, por exemplo, mescla seus argumentos sobre a natureza da luz com seus estudos em eletricidade e calor. Higgins e Knight redigem mais um tratado sobre a constituição da matéria que propriamente sobre a luz. Wilson avança nas críticas à concepção corpuscular, mas falha em desenvolver uma alternativa coerente e bem fundamentada do ponto de vista conceitual e experimental com seu *plenum* de luz. Le Cat, por fim, não aprimora suas ideias de modo a separá-las de uma perspectiva fisiológica da interação entre a luz e os corpos.

Portanto, no século XVIII foram elaboradas teorias vibracionais para a luz, que buscaram opor-se às diversas teorias corpusculares e apresentar uma alternativa para compreender a natureza da luz e os fenômenos ópticos. As teorias e seus propositores tornaram-se conhecidos, mas a falta de uma estrutura conceitual sólida e o cenário favorável à concepção corpuscular desempenharam papéis significativos para o insucesso e falta de popularidade que obtiveram no período. Conhecer essas proposições e analisa-las à luz de seu tempo revela outros aspectos acerca da óptica do século XVIII, que não pode, do ponto de vista da história da ciência, ser considerada infértil. ♣

AGRADECIMENTOS. O autor agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) pelo apoio na realização desta pesquisa. Da mesma forma, o autor agradece aos “*Friends of the Center for History of Physics, American Institute of Physics*” pelo suporte financeiro na apresentação de uma primeira versão deste artigo, bem como a Gregory Good (*American Institute of Physics*) e aos pareceristas da *Scientiae Studia* que contribuíram com excelentes comentários e sugestões.

Breno ARSIOLI MOURA

Centro de Ciências Naturais e Humanas,  
Universidade Federal do ABC, Santo André, Brasil.

breno.moura@ufabc.edu.br

## Vibrational theories of light in 18th century Great Britain

### ABSTRACT

In this article, I present a study about the vibrational theories of light that were elaborated in the 18th century. It is well known that Newton’s ideas were dominant in this century. They had impact not only on the development of natural philosophy, but also they spread through other areas of knowledge. In optics, in particular, the corpuscular conception, based on Newton’s *Opticks*, published in 1704, was predominant. However, there were dissidents. Throughout the 18th century, some natural philosophers criticized the corpuscular conception and aimed to build alternative models, based on vibrational theories for light. I aim to elucidate the chief aspects of these theories, as well as discuss why there was not significant uptake of them.

KEYWORDS • Vibrational theories. Optics. 18th century. Great Britain. Le Cat. Frenklin. Knight. Wilson. Higgins. Newton.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENJAMIN, C. (Ed.). *Dicionário de biografias científicas*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. 3v.
- BUCHWALD, J. Z. & FEINGOLD, M. *Newton and the origin of civilization*. Princeton: Princeton University Press, 2013.
- CANTOR, G. N. *Optics after Newton – theories of light in Britain and Ireland, 1704-1840*. Manchester: Manchester University Press, 1983.
- COHEN, I. B. Benjamin Franklin. In: BENJAMIN, C. (Ed.). *Dicionário de biografias científicas*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007. v. 1, p. 844-55.
- \_\_\_\_\_. *Franklin and Newton: an inquiry into speculative newtonian experimental science and Franklin’s work in electricity*. Philadelphia: American Philosophical Society, 1956.
- \_\_\_\_\_. *The newtonian revolution*. Cambridge: Cambridge University Press, 1980.
- DARRIGOL, O. *A history of optics from greek Antiquity to the nineteenth century*. Oxford: Oxford University Press, 2012.
- DOBBS, B. J. T. & JACOB, M. *Newton and the culture of newtonianism*. New York: Humanity Books, 1995.

- DRY, S. *The Newton papers: the strange and true odyssey of Isaac Newton's manuscripts*. Oxford: Oxford University Press, 2014.
- FARA, P. A magnetic entrepreneur: Gowin Knight and the promotion of science in the 18th century. *Royal Society Encouragement of Arts Journal*, 147, 5489, p. 131-3, 1999.
- \_\_\_\_\_. *Newton – the making of genius*. New York: Columbia University Press, 2002.
- FRANKLIN, B. A new and curious theory of light and heat. *Transactions of the American Philosophical Society*, 3, p. 5-7, 1793.
- \_\_\_\_\_. *Experiments and observations on electricity*. London: [s.n.], 1769.
- GIBBS, F. W. Bryan Higgins and his circle. *Chemistry in Britain*, 1, 1, p. 60-5, 1965.
- GILLESPIE, C. C. (Ed.). *Complete dictionary of scientific biography*. Detroit: Scribner, 2008. 14v.
- GOLDMAN, L. (Ed.). *Oxford dictionary of national biography*. Oxford: Oxford University Press, 2004.
- HAKFOORT, C. *Optics in the age of Euler: conceptions of the nature of light, 1700-1795*. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.
- HALL, A. R. *All was light: an introduction to Newton's "Opticks"*. Oxford: Clarendon Press, 1993.
- \_\_\_\_\_. Newtonianism after 300 years. *Notes and Records of the Royal Society of London*, 42, 1, p. 5-9, 1988.
- HIGGINS, B. *A philosophical essay concerning light*. London: [s.n.], 1776. v. 1.
- HORSLEY, S. Difficulties in the newtonian theory of light, considered and removed. *Philosophical Transactions*, 60, p. 417-40, 1770.
- KNIGHT, G. *An attempt to demonstrate that all the phænomena in nature may be explained by two active principles, attraction and repulsion*. London: [s.n.], 1754.
- LE CAT, C. N. *A physical essay on the senses*. London: [s.n.], 1750.
- MELDRUM, A. N. The development of the atomic theory 3: Newton's theory, and its influence in the eighteenth century. *Memoirs and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society*, 55, 4, p. 1-15, 1910.
- MOURA, B. A. Newton versus Huygens: como (não) ocorreu a disputa entre suas teorias para a luz. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33, 1, p. 111-41, 2016.
- MOURA, B. A. & BOSS, S. L. B. Thomas Young e o resgate da teoria ondulatória da luz: uma tradução comentada de sua "Teoria sobre luz e cores". *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 37, 4, p. 4203-1-4203-24, 2015.
- NEWTON, I. *Óptica*. São Paulo: Edusp, 1996.
- PAV, P. A. Eighteenth century optics: the cartesian-newtonian conflict. *Applied Optics*, 14, 12, p. 3102-8, 1975.
- PRIESTLEY, J. *The history and present state of discoveries relating to vision, light and colours*. London: [s.n.], 1772. v. 1.
- SCHOFIELD, R. E. *Mechanism and materialism: British natural philosophy in an age of reason*. Princeton: Princeton University Press, 1970.
- \_\_\_\_\_. An evolutionary taxonomy of eighteenth-century newtonianisms. *Studies in Eighteenth Century Culture*, 7, p. 175-92, 1978.
- SEPPER, D. L. *Newton's optical writings: a guided study*. New Brunswick: Rutgers University Press, 1994.
- SHANK, J. B. *The Newton wars and the beginning of the French enlightenment*. Chicago/London: The University of Chicago Press, 2008.
- SHAPIRO, A. E. Kinematic optics: a study of the wave theory of light in the seventeenth century. *Archives for the History of Exact Sciences*, 11, p. 134-266, 1973.
- \_\_\_\_\_. Newton's optics and atomism. In: Cohen, I. B. & Smith, G. E. (Ed.). *The Cambridge companion to Newton*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. cap. 7, p. 227-55.
- SILVA, C. C. & MOURA, B. A. A. Science and society: the case of acceptance of Newtonian optics in the eighteenth century. *Science & Education*, 21, 9, p. 1317-36, 2012.

- STEFFENS, H. *The development of newtonian optics in England*. New York: Science History Publications, 1977.
- THACKRAY, A. Higgins, Bryan. In: GILLESPIE, C. C. (Ed.). *Complete dictionary of scientific biography*. Detroit: Scribner, 2008. v. 6, p. 382-4.
- VETTER, T. Le Cat, Claude-Nicolas. In: GILLESPIE, C. C. (Ed.). *Complete dictionary of scientific biography*. Detroit: Scribner, 2008. v. 8, p. 114-6.
- WILSON, A. *Medical researches*. London: [s.n.], 1777.
- \_\_\_\_\_. *The principles of natural philosophy*. London: [s.n.], 1754.
- WRIGHT, J. P. Wilson, Andrew (1718-1792). In: GOLDMAN, L. (Ed.). *Oxford dictionary of national biography*. Oxford: Oxford University Press, 2004. Disponível em: <<http://www.oxforddnb.com/view/article/29635>>. Acesso em: 15 dez. 2014.

