

A FÍSICA DA LUZ NA TEORIA ÓPTICA DE HOBBS

Cláudio R. C. Leivas¹

RESUMO: A compreensão da teoria óptica da luz como fenômeno físico requer antes de tudo o conhecimento das causas físicas e mecânicas da luz. Neste estudo estamos interessados em compreender que existem componentes geométricos e matemáticos inseridos por Hobbes em sua teoria óptica que permitirão falarmos não apenas em raios de luz físicos mas também em raios de luz matemáticos.

PALAVRAS-CHAVE: Ótica, Visão, Movimento, Luz.

ABSTRACT: The understanding of the optical theory of light as physical phenomenon requires the knowledge of the causes physical and mechanical properties of light. In this study we are interested in understanding that there are geometric components and mathematicians in Hobbes and that his theory will speak not only in rays of light physical but also in rays of mathematicians light.

KEY-WORDS: Optics, Vision, Motion, Light.

¹ Doutor em Filosofia pela Universidade Federal de Pelotas - RS. Professor Associado da Universidade Federal de Pelotas. Coordenador do GT Hobbes (ANPOF). E-mail: ckleivas@gmail.com.

A teoria óptica da luz

A filosofia natural (física) e a geometria sustentam um modelo óptico assentado parte nos efeitos da natureza (física da luz) parte num *constructo* humano feito de linhas e figuras (geometria da luz). Hobbes possui três obras específicas sobre óptica (*TractatusOpticus I*, *TractatusOpticusII* e *FirstDraught*) e uma série de escritos sobre óptica distribuída em suas obras de filosofia natural e política, como *De Corpore*, *Elementos da lei*, *Leviatã*, *De Homine*, *Curto Tratado*, *De Mundo (Anti-White)* e assim por diante. Meu exame do assunto em questão focalizará algumas das teses, hipóteses e princípios estabelecidos no *TractatusOpticus I* (o segundo tratado amplia e acrescenta algumas novidades, como o *motuscriptionis*, por exemplo) e no *FirstDraught*.

Nas duas obras encontramos o aprofundamento de proposições e assertivas sobre uma diversidade de assuntos, como a noção da ação do *agente* como fonte de luz e do sujeito-paciente como detector ou receptor sensível que traduz o movimento da luz proveniente do agente emissor em luz propriamente dita; a teoria do *médium*; a concepção de raios de luz físicos e matemáticos. A definição de cor como luz perturbada ou impura (análoga à definição da imaginação como sensação enfraquecida, conforme encontramos em outras obras de Hobbes), a relação entre *lux* como luz originária e *lumem* como luz derivada; o problema da reflexão e da refração, etc. A satisfação dessas condições implica o surgimento do ato sensível da percepção visual.

1. As causas físicas da luz e a teoria do *medium* no *FirstDraughte* no *TractatusOpticus I*.

A primeira parte do *FirstDraught* é intitulada *iluminação* e concerne ao exame físico da luz. O primeiro capítulo da primeira parte é o resultado de estudos feitos por Hobbes em anatomia ocular, o que teria levado Hobbes, amparado pelo estudo de obras especializadas sobre o assunto, empreender experiências de dissecação do globo ocular humano para teorizar e mostrar em detalhe suas partes internas a partir de um corte perpendicular em linha reta de um lado a outro, conforme constatamos o detalhamento figurativo das partes constitutivas do olho humano nessa obra. O segundo capítulo da primeira parte expõe uma teoria mediúnica da luz em moldes mecânicos e geométricos: — A luz surge de um movimento originário proveniente de um objeto ou corpo luminoso (o sol é o modelo básico, mas Hobbes fala também em velas e vaga-lumes como corpos luminosos, isto é, de corpos animados ou

inanimados como fontes de luz) que ao provocar o deslocamento de sucessivas camadas de irradiação propagadas na forma de raios físicos ou matemáticos através de um *meio* (*medium*=ar, água, éter, etc.) entra *instantaneamente* em contato com nosso aparelho óptico (olho humano) causando ali a luz propriamente dita. O percurso final é particularmente subjetivo. A luz é uma operação interna de quem pode ver. A incapacidade da percepção da luz implica a impossibilidade de a luz existir. Em termos mecânicos, uma avaria no órgão da visão pode impedir ou limitar o caminho percorrido pelo movimento da luz (um exemplo hiperbólico: se todos fossemos cegos, não haveria luz).

A *pedra angular* da filosofia natural hobbesiana é estabelecida nas primeiras linhas do *TractatusOpticus I* cujo objetivo é explicar inicialmente, como o *FirstDraught*, o ato da iluminação:

“Toda ação é movimento local (*motuslocalis*) no agente, assim como toda paixão (efeito) é movimento local no paciente (sujeito). Por *agente* eu compreendo um *corpo* por cujo movimentoum efeito é produzido em um outro corpo, e por *sujeito*, um corpo em que algum movimento é produzido por um outro corpo” (*TOI* (1644), p217).

Corpo (entidade material independente do pensamento) e *movimento local* (mudança de um lugar a outro) representam a base empírico-conceitual do mundo natural concebido por Hobbes. O mundo é explicado substancialmente pela *ação* de corpos em movimento (em termos teóricos, a concepção de mundo hobbesiana é determinada pela causa motriz ou eficiente). A *localidade* do movimento — o percurso percorrido por um corpo de um local a outro local — é explicada mecanicamente pela *teoria da causalidade eficiente*: — Um movimento *potencial* não cabe nesse modelo: um objeto ou corpo qualquer ou está em movimento ou em repouso. Hobbes não aceita a teoria óptica cartesiana enquanto ela comporta uma *tendência para o movimento*. Em seu primeiro escrito de óptica e filosofia natural (*Curto Tratado*) Hobbes começa igualmente falando em *agente* “como aquele que tem o poder de mover” e *paciente* “aquele que tem o poder de ser movido” (*CT* (1988), p. 13). Imediatamente a seguir ele acrescenta que o movimento no agente é “um poder ativo inerente a ele mesmo” e que o movimento local acionado pelo agente é o mesmo movimento local recebido pelo paciente.

O ponto aqui é o seguinte: — No *Curto Tratado* Hobbes segue a tradicional *teoria ótica das espécies*, também conhecida como *teoria da emissãoda luz* e que pode ser resumida nos seguintes termos: um corpo luminoso (agente-emissor) emite raios de luz na forma de partículas corpóreas (espécies) que, viajando pelo espaço afetam *imediatamente* (isto é, sem a

presença de um meio) o órgão da visão, causando no paciente-receptor o fenômeno da luz e da visão. O *TractatusOpticus I* caracteriza-se pela rejeição desse paradigma ótico. A nova teoria ótica estabelece um *medium* (ar, vento, água, éter, etc.) entre o agente e o paciente, necessário para originar o ato da iluminação. O agente possuidor de um poder de movimento no *Curto Tratado* é substituído no *TractatusOpticus I* pelo agente como movimento local, ou seja, o agente é o próprio movimento capaz de provocar alterações no mundo ao seu redor (mundo celestial, terrestre ou aquático) por suas propriedades especiais, dentre as quais a capacidade da dilatação (diástole) e da contração (sístole). Brandt comenta essa passagem do *TractatusOpticus I* nos seguintes termos: “No *TractatusOpticus* ele dá uma descrição do movimento local atribuído ao agente luminoso, por meio do qual o ato externo da iluminação pode ser compreendido. Esse movimento..., segundo Hobbes, é o movimento de dilatação e contração” (Brandt (1928), F. p. 103).

Um corpo luminoso como o sol, por exemplo, em sua atividade ou ação de irradiação produz um movimento vibratório que impulsiona e pressiona sucessivas camadas (esferas pulsantes) — o *medium* — que se expandem (diástole) e se contraem (sístole) num movimento de propagação de raios de luz cintilantes que instantaneamente alcançam nossos olhos. O trajeto ou caminho da luz, do corpo luminoso até o olho humano, precisa ser decodificado para se transformar em luz. Um defeito no órgão da visão pode incorrer que ao invés da percepção da luz e da visão (ainda no caso da luz solar) o efeito percebido pelo sujeito-receptor seja apenas sensação de calor. Um outro exemplo é dado por Hobbes para ilustrar a ação do movimento de um corpo irradiante sobre o meio com o objetivo de sustentar sua teoria mediúnica da luz:

“Quando uma brasa aquece um homem, embora nem a brasa nem o homem sejam movidos ou movam-se de seus lugares, contudo há alguma matéria ou corpo sutil na brasa que move e impulsiona um movimento no *medium* até o homem, e há um movimento gerado a partir dali nas partes internas do homem imóvel. Mas esse movimento nas partes internas do homem é calor, portanto movido e aquecido, isto é, afetado [*pati*], e aquele movimento que está nas partes da brasa é sua ação, ou calor, e portanto move e aquece” (TOI(1644), p. 217).

Essa passagem do *TractatusOpticus I* demonstra com particular clareza a estrutura mediúnica da ótica hobbesiana no percurso que vai do movimento iniciado pela fonte de luz, passando pelo *medium* (dependendo do caso: ar, água, vidro, cristal, éter, etc.) e afetando algum órgão sensorial humano. O fato de a brasa permanecer onde está, não obstante o calor gerado no paciente (sujeito sensível), mostra que o agente (no caso, o carvão em brasa como

matéria sutil) consiste em movimento local e, a mesma matéria sutil, sem deixar seu local de origem impulsiona o *medium* que provocará paixões (afecções) afetando um ponto sensível qualquer do corpo de um homem: — Toada ação é movimento local no agente, assim como toda paixão é movimento local no paciente” (*Omnisactioestmotuslocalisin agente, sicutetomnispasiaoestmotuslocalisinpatiente*) (TOI (1644), p. 217).

F. Brandt explica que “Hobbes é de opinião que o movimento no agente é transmitido *mediunicamente* ao paciente, isto é, [ao] corpo sensível” e que com isso em mente Hobbes refutou a convencional teoria da emissão de espécies em que partículas viajavam até o olho através de *ação à distância* (Brandt (1928), p. 103). J. Bernhardt concorda com Brandt sobre essa fundamental mudança de posicionamento da ótica de Hobbes em que a teoria da emissão das espécies é substituída pela teoria do meio e observa que na concepção ótica de Hobbes “nem a origem nem nenhuma de suas partes se desloca até o olho, sendo *suficiente* um impulso imperceptível sobre o meio — movimento imperceptível devido a sua infinitamente diminuta extensão física [*conatus, impetus* ou *endeavour* (=esforço)] ” ((1994), p.9).

2. A natureza da luz

A explicação da natureza da luz é precedida nos escritos óticos de Hobbes pela explicação da forma física como os corpos luminosos se expandem e se contraem causando sucessivos movimentos (imperceptíveis) no meio. A dilatação e a contração relativas aos corpos luminosos são expostas por Hobbes com os termos técnicos diástole e sístole e possuem clara analogia com o movimento do coração, conforme podemos perceber no *TractatusOpticusII*. (cf. Shapiro, nota p. 147). O capítulo 2 do *FirstDraught* é denominado “Da luz ou ação de um objeto pelo qual ele se torna visível”. O objetivo ali é explicar como a dilatação e a contração de um corpo luminoso origina a luz propriamente dita. Devemos ter o cuidado em diferenciarmos o caminho (objetivo) da luz — o percurso onde se dá a propagação dos raios luminosos — da própria luz (um ato de nossa subjetividade: a luz é um fantasma de um corpo luminoso: *lumemestphantasma a lucido*) (TOI (1644), (, p. 221).

A proposição 3 do *TractatusOpticus I* e o capítulo 2 do *FirstDraught* explicam como ocorre a visibilidade de um corpo ou objeto luminoso, em outras palavras, como se dá a ação pela qual um corpo ou objeto luminoso (o agente, lembremos) provoca no paciente (o sujeito receptivo) a sensação e a percepção da luz. Inicialmente, sucessivos movimentos de dilatação e contração em um corpo luminoso provocam movimentos vibratórios ou pulsantes que

pressionam o meio ao seu redor. O exemplo dado por Hobbes a seguir remete a uma explicação da natureza da luz que pode ser considerada precursora do que mais tarde os óticos modernos denominaram *frente de onda*: “O sol (por exemplo) pressiona em todas as direções em forma de círculos sobre o ar ou outro meio que o toca. O ar [*medium*] é forçado a expandir-se e, ao mesmo tempo, o ar que está próximo se expande novamente afastando-se do primeiro ar e assim como consequência num único instante o sol se expande ou pressiona”.

O deslocamento de camadas ou esferas pulsantes no meio ocorre instantaneamente no espaço situado entre a fonte de luz, o meio e o olho. Bernhardt comenta que “a pulsação da luz é quase instantânea no tempo e absolutamente instantânea no espaço” (p. 9). O caminho da luz perpassa o meio como esferas pulsantes de ar e o ar gerado no meio toca e pressiona o olho. Nesse momento inicia um deslocamento do ar originário do meio para dentro do olho, passando pela retina e depois pelo nervo ótico até chegar ao cérebro. O *TractatusOpticus I* delimita o cérebro como o fim do percurso do movimento centrípeto. O *FirstDraught* (talvez por influencia de Harvey) delimita o fim do percurso o coração. Num desses órgãos terá início uma reação em cadeia, uma contrapressão na direção oposta colocando em marcha um movimento centrífugo que fará o caminho inverso pressionando para fora. Nesse momento começa a tomar forma o fenômeno luminoso: – A luz como representação da mente.

“A luz, portanto, é uma aparição diante dos olhos [*apparitio ante oculus*] daquele movimento que é propagado para o cérebro pela expansão ou dilatação do objeto luminoso e que depois retorna [*retro*] para o exterior dos olhos na direção do meio [*medium*]” (*TOI (1644)*, p. 221).

A sensação de exterioridade desse movimento originário de uma fonte de luz (*lux* ou luz originária) propagado para fora a partir de uma reação iniciada no cérebro (ou no coração) determina a natureza da luz (*lumen* ou luz derivada): “A luz originária do objeto luminoso é portanto uma *representação* ou *imagem* [*phantasmative imago*] concebida no cérebro” (*Idem, ibid.*). Observemos que aquilo que denominamos luz é o efeito do movimento (reativo) no cérebro no momento em que ele surge diante dos nossos olhos.

3. Raio de luz

Considerado um raio de luz *o caminho através do qual o movimento gerado por um corpo luminoso é propagado através do meio, em linha reta ou não,*² procede perguntarmos pelo lugar e natureza do raio de luz no interior da teoria óptica hobbesiana. A explicação mais

² Cf. *TOI (1644)*.

plausível, com base em seus escritos ópticos, indica que Hobbes não exauriu sua teoria óptica à inovadora mecânica seiscentista explicando os raios de luz unicamente em termos físicos mas procurou uma forma de explicar os raios de luz com base na convencional geometrização da óptica. Em outras palavras, o *locus* ou ponto de encontro (quicá a *transição*, como prefere Shapiro) entre a física da luz e a geometria da luz é implicado na realocação da noção de raio de luz físico para a noção de raio de luz matemático, em que o movimento da luz procedente da fonte luminosa (insensível em sua origem) percorre um trajeto físico representado por linhas matemáticas. No instante em que o raio de luz é detectado pelo sujeito receptor, ele é percebido como sensação (corpo físico em movimento) e representado em linhas matemáticas:

“Aquilo que geralmente é chamado um raio de sol ou um raio de luz, não é algo que voa através do ar para os olhos, nem tampouco o próprio ar, mas o caminho ou a *linha reta* pela qual a ação do Sol é propagada para o olho, e portanto deve ser considerada sem recorrermos à matéria do objeto, ou ao *medium*, mas unicamente como *quantidade matemática*” (*First Draught* (1983), p. 97).

Importante para sua refutação da teoria da emissão da luz e para a explicação de sua teoria mediúnica da luz é o fato de a fonte de luz permanecer em seu movimento local (diástole e sístole) enquanto os raios de luz seguem um trajeto instantaneamente decifrado pelo cérebro como linhas geométricas que, construídas ponto por ponto, formarão as imagens figuradas e coloridas de nosso mundo visual. Observemos o comentário crítico de Stroud sobre essa questão:

“A distinção entre “luz como corpo” e o “caminho da luz” é central para a teoria mediúnica da luz de Hobbes. A luz não é qualquer tipo de substância emitida a partir do objeto, nem é ela qualquer transformação do meio, mas unicamente o caminho através do qual o movimento do sol é transmitido para o olho. A importância de definir a luz como um caminho matemático torna-se claro na análise da refração e da reflexão no *First Draught* e também no *Tractatus Opticus II*. Na verdade, um dos principais temas do *First Draught* é a separação de entidades físicas e matemáticas...” (*First Draught* (1983), nota, p. 106).

Em outra parte de seu exame crítico do *First Draught* Stroud adverte para o risco de se confundir o real com o imaginário, ou seja, de pensar que um raio matemático representado pelo pensamento é idêntico a um raio físico, pois apenas esse último existe realmente, o outro existe apenas no pensamento. Shapiro considera a teoria óptica hobbesiana particularmente inovadora ao efetuar a *transição* da óptica mecânica para a óptica geométrica ao pensar os raios de luz em termos de “componentes infinitesimais” o que, segundo ele, poderia ser visto

como teoria precursora do que mais tarde foi concebido como teoria ondulatória da luz e suas noções de *frente de raio* e *frente de onda*. A presença desses componentes infinitesimais presentes nos raios de luz, além da questão da refração, levou Descartes a considerar (erroneamente, segundo Shapiro) – em sua leitura do *TractatusOpticus I*, – a concepção hobbesiana de raios de luz como meramente *imaginária* e *fictícia*, não compreendendo o posicionamento convergente de Hobbes em relação ao tratamento dispensado por ele à essa aparente simbiose entre raios físicos e raios matemáticos:

“Mas o que são precisamente esses raios *fictícios* e *imaginários* de Hobbes? Embora eles sejam raios físicos, tanto quanto eles possuam três dimensões, eles são mais apropriadamente concebidos como porções *infinitesimais* de [isto é, do que mais tarde veio a ser chamado] uma frente de onda em expansão. Desse modo [por analogia, pois no século XVII não se conhecia a teoria ondulatória da luz], os raios matemáticos de Hobbes podem ser considerados como perpendiculares (*normals*) à frente de onda... [e disso segue que] ao considerar os raios como componentes infinitesimais, Hobbes é capaz de efetuar uma transição dos raios físicos para os raios matemáticos” (Shapiro (1973), p.161).

A composição dos raios de luz contém movimentos infinitesimais que Hobbes em sua filosofia natural chama de *conatus*, *impetus* ou *endeavour* (esforço). A ação dos raios de luz sendo originária de um objeto externo, o *conatus* como movimento infinitesimal é *objetivo* por que derivado da ação do agente emissor de luz. No momento em que essa ação objetiva percorre um trajeto — o caminho da luz propagada a partir do corpo luminoso — e é detectada pelo sujeito receptor, o *conatus* passa a pertencer ao domínio subjetivo, sensível e passional da capacidade humana da visão como imaginação e representação visual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernhardt, J. *Hobbes*. Paris: PUF, 1994.

Brandt, F. *Thomas Hobbes's mechanical conception of nature*. Copenhagen: Leven and Munksgaard, 1928.

Hobbes, T. *A Minute, or First Draught of Optics*- "Uma Minuta, ou Primeiro Rascunho sobre Ótica". Edição crítica por Elaine Stroud (1983). (Cf. abaixo nesta bibliografia).

_____. *Court traité des premiers principes*. Trad. J. Bernhardt. Paris: PUF, 1988.

_____. *De Homine*. Trad. P.M. Maurin. Paris: Albert Blanchard, 1974.

_____. *Tractatus Opticus I*. Publicado em 1644 por Mersenne em seus *Cogitata physico-mathematica*, Livro VII de l'Optique.

_____. *Tractatus Opticus II*. Ed. F. Alessio. *Rivista Critica di Storia della Filosofia*, XVIII, nº 2, 1963, pp. 147-228.

Spragens, T. A. *The politics of motion*. London: Croom Helm Ltd, 1973.

Stroud, E. C. *Thomas Hobbes' 'A minute or first draught of the optiques': a critical edition*. Ph. Dissertation. Madison: University of Wisconsin, 1983.

Shapiro, A. *Kinematic Optics: A Study of the Wave Theory of Light in the Seventeenth Century*. *Archive for History of Exact Sciences*. Vol. 11, No. 2/3 (31.XII.1973), pp. 134-266.

Zarka, Y. C. *La décision métaphysique de Hobbes*. Paris: Vrin, 1987.