

Sobre a cognição visual

Hugo Mari*

José Carlos Cavalheiro da Silveira **

Resumo

No presente texto, propõe-se discutir alguns aspectos da atividade cognitiva do homem, enquanto processos corporificados pela atividade sensório-motora e pela sua elaboração em nível perceptivo. Destaque especial será dado à percepção visual, como padrão cognitivo com ampla extensão para o conhecimento humano. Relata-se uma trajetória por diversos autores – Berkeley, Locke, Leibniz, Hume, Descartes, Kant – que discutiram a questão da “aquisição” do conhecimento e de formulações específicas sobre a importância do olho para a cognição. De modo específico, abordam-se diversas teorias, a partir da Renascença – Newton, Goethe, Schopenhauer, Descartes, Berkeley, Helmholtz, Adams, Hering, Müller –, que permitiram uma compreensão das dimensões funcionais do olho – cones e bastonetes – na percepção. Ressalta-se nesta discussão a importância assumida pela percepção e compreensão das cores.

Palavras-chave: Sensação; Percepção; Cognição visual; Olho; Células fotorreceptoras; Cores.

O termo cognição, em sua discussão mais recente, catalisa a reflexão sobre o conhecimento humano em duas grandes orientações que são marcadas por preocupações conceituais distintas, mas que se integram de forma decisiva e complementar. De um lado, os processos de cognição perpassam três categorias tradicionais na aquisição do conhecimento: a sensação, a percepção e a atenção; de outro, aponta-se o teor de corporificação que todas as formas de conhecimento assumem, sejam elas com maior apego às sensações ou à percepção, sejam elas com maior ou menor repercussão para as representações linguísticas.

Quando qualificamos uma forma de cognição (visual, auditiva, gustativa, olfativa, tátil), orientamos os processos para uma forma de sensação destacável e a partir dela é possível dispor de muitas informações capazes de recompor grande parte dos processos que efetivam o conhecimento para um determinado organismo.

* Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais – PUC Minas. Texto vinculado ao Projeto: Uma visão da intergrada da cognição humana: corpo/significação, cérebro, mente e linguagem, financiado pela FAPEMIG (SHA APQ00121/10).

** Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Embora reconhecendo níveis diferentes da construção do conhecimento, à sensação destina-se uma etapa de captação primária de dados pelo organismo e está diretamente associada, de forma determinante, a um sensor privilegiado que repassa a informação para áreas diversificadas e integradas da atividade neurofisiológica do organismo que resulta na percepção, como um estágio de elaboração do conhecimento. Visto de forma genérica, essa concepção esconde a especificidade operacional de cada um dos sensores que não respondem ao mesmo tipo de estimulação externa: olfato e paladar são considerados sensores químicos (CARTERETTE; FRIEDMAN, 1978), enquanto visão e audição são sensores físicos, até onde se torna possível purificar a operação de cada um dos sensores, já que todo esse processo se acha integrado ao corpo e nem sempre decorre da atuação de um único sensor.

Quando destacamos um aspecto da cognição humana, o visual, por exemplo, acionamos funcionalidades diferentes do córtex visual, que inclui o domínio das sensações em termos de uma captação sensorial das *cores*, das *formas*, dos *movimentos* e da *distância*, com a ativação de regiões do cérebro e de grupos de neurônios com especialização para esta elaboração inicial. A cognição visual tem, por sua própria natureza, uma importância fundamental para o conhecimento humano, se considerarmos o alcance perceptivo do olho, ou a sua extensão incorporada em diversas formas de manifestação linguística.

É difícil reconhecer alguma forma de conhecimento onde algum aspecto do visual não intervenha de forma direta ou indireta. É através de *formas*, *cores*, *espaçamento*, *movimento* que conhecemos grande parte dos objetos do mundo: uma ÁRVORE não é concebida, em sua especificidade singular, sem que avancemos na compreensão de sua forma, da cor das folhas, das flores, ou do formato dos frutos, do seu tamanho etc. Grande parte dos parâmetros que nos permitem compreender esses aspectos tem um apelo visual. Mesmo quando nos distanciamos de objetos com os quais mantemos uma experiência física imediata, a cognição visual pode intervir. A ideia de Deus, em grande parte das culturas, não é imaginada sem um apelo à atividade visual: concebemo-lo a partir de algum padrão imagético; as religiões o materializam icônica, simbolicamente. O pensamento sobre a liberdade, a virtude, a sinceridade pode ser acrescido de algum traço de caráter visual: pensamos a liberdade em termos da nossa capacidade de circular pelo espaço, ou do espaço para elaborar ideias sobre os objetos, sobre as pessoas que nos circundam; erigimos a sinceridade como um atributo de ações de pessoas sobre os objetos, sobre os fatos do mundo, para os quais parte do conhecimento decorre da atividade da visão.

O fato de atribuímos à cognição visual certo valor de ubiquidade – é possível que outras também possam ter esse caráter – parece ser importante para nossa atividade cognitiva, mas não esgota outra característica que lhe é fundamental: o fato de ser ela, necessariamente, uma operação gestáltica. Assim, não vemos o PÁSSARO, nem o GALHO, nem a ÁRVORE de modo isolado. A atividade da visão implica, pela sua própria natureza, ver o pássaro em algum espaço a que se mostra integrado; ver o galho minimamente integrado à árvore, ou vê-lo no chão; ver a árvore integrada a alguma paisagem. Esse parece ser um limite (ou uma virtude) na forma de o *olho* operar: por exemplo, enquanto estamos percorrendo os signos desse enunciado, não conseguimos ver apenas o signo *olho* nele grifado. Por mais que fixemos nossa atenção sobre ele, ele será visto integrado a outros signos que o circundam, à superfície onde está fixado, ao contraste com o fundo da página onde estiver impresso.

Cognição visual: aspectos do seu funcionamento

A *percepção*, juntamente com a sua concorrente mais imediata – a *sensação*, foi pauta obrigatória na discussão filosófica que aborda os princípios fundamentais da “aquisição” do conhecimento. Sob a denominação de filosofia da percepção, conheceu formulações decisivas, a partir da modernidade, e ganha destaque especial em autores como Berkley, Locke, Leibniz, Hume, Descartes, Kant, entre outros. Em linhas gerais, essas abordagens apontaram para formas diversas de percepção, reconhecendo, em muitos casos, a importância das sensações, enquanto procedimentos corpóreos movidos por sensores específicos. Poderíamos ressaltar aqui uma formulação de Berkley:

1. É evidente a quem investiga o objeto do conhecimento humano haver idéias atualmente impressas nos sentidos, ou percebidas considerando as paixões e operações do espírito, ou finalmente formadas com auxílio da memória e da imaginação, compondo, dividindo ou simplesmente representando as originariamente apreendidas pelo modo acima referido. Pela vista tenho idéias de luzes e cores, e respectivos tons e variantes. Pelo tato percebo o áspero e o macio, quente e frio, movimento e resistência e de todos estes a maior ou menor quantidade ou grau. O olfato fornece-me aromas, o paladar, sabores e o ouvido traz ao espírito os sons na variedade de tom e composição. E, como vários deles se observam em conjunto, indicam-se por um nome e consideram-se uma coisa. Por exemplo, um certo sabor, cheiro, cor, forma e consistência observados juntamente são tidos como uma coisa, significada pelo

nome “maçã”. Outras coleções de idéias constituem uma pedra, uma árvore, um livro, etc., e, como são agradáveis ou desagradáveis, excitam as paixões de amor, alegria, repugnância, tristeza e assim por diante. (BERKLEY, 1984, p. 12).

Nessa formulação, o autor ressalta três formas de conhecimento: a) aquelas derivadas de uma impressão nos sentidos (visão, tato, olfato, paladar, audição); b) aquelas consideradas a partir de operações mentais (paixões e operações do espírito); c) aquelas recompostas a partir da memória e da imaginação. A integração de todos esses processos justifica a compreensão efetiva dos objetos do mundo, das ideias, dos pensamentos. Possibilita também criação analógica de muitos outros objetos a partir de nossa imaginação. Quando queremos conhecer um objeto, exercitamos todos esses processos de forma integrada: nem o domínio conceitual de maior generalidade – conhecer uma classe de objetos em sua extensão – decorre da operação de um único desses processos, nem o domínio conceitual de maior especificidade – conhecer um *prego* que trava uma ripa no telhado de uma casa – decorre da seleção única de uma dessas operações. Tanto o domínio conceitual de uma classe de objetos, como o de um objeto da classe requer operações diversas de reconhecimento de forma, cor, tamanho, função, natureza etc.

Diferentemente dessa concepção “ponderada” de Berkley, Meyer (2002), ao desenvolver uma abordagem sobre a percepção visual, descreve:

A obra de complexificação da Evolução atingiu tanto os órgãos sensoriais quanto as áreas cerebrais da recepção. Na espécie humana, na qual culminam as dicotomias complicadas da árvore da vida, o olfato diminuiu, mas a visão, a audição e o tato se tornaram instrumentos de alta precisão. Isso graças ao desenvolvimento simultâneo dos receptores periféricos de sensações e das áreas cerebrais centrais correspondentes, que elaboram as percepções. Lembremo-nos de que estas são sensações moduladas por uma atividade cerebral complexa, em razão do inato e das estimulações do meio. (MEYER, 2002, p. 37).

Embora os sensores sejam condição inicial para a entrada de informação em qualquer organismo vivo, ressaltados aqui no texto de Meyer como um fato da Evolução – a diversificação das espécies implica também uma diversificação de valores que cada organismo assegura a um sensor. Certamente, eles não têm a mesma importância, considerando-se organismos distintos. Alguns organismos acabam por conferir sensores específicos a certo tipo de especialização, configurada a partir de suas condições bioneurofisiológicas. O ouvido é, certamente, o sensor

mais importante para a linguagem humana, para a música e para muitas outras atividades, mas atua integrado com outros sensores, estruturando padrões sistêmicos. A percepção de uma gama extensa da significação linguística deve ser atribuída a uma participação geral dos outros sensores, na extensão em que aponta Berkley na citação anterior.

No caso da linguagem, o ouvido é responsável pelo recorte do contínuo¹ da corrente sonora produzida por alguém quando fala: só com a partição desse contínuo em unidades léxico-gramaticais – uma operação que o nosso ouvido é capaz de realizar com eficácia, em se tratando dos sons produzidos por um falante do português, por exemplo – é possível para os falantes de uma língua qualquer se entenderem minimamente. Por outro lado, o olho é o sensor mais econômico, de maior amplitude, seja em termos da quantidade de informação que capta comparativamente em uma fração do tempo, seja em termos de esforço do organismo: em um centésimo de segundo, em um abrir de olhos, vemos infinitamente muito mais coisas do que somos capazes de ouvir no mesmo intervalo de tempo. A percepção auditiva dos objetos de referência constantes de uma canção requer um tempo infinitamente superior àqueles que o olho gastaria para detectar no cenário panorâmico de uma cidade. Quando observamos um objeto qualquer, vemo-lo integrado a um sistema complexo de objetos multifacetados na forma, nas cores, no tamanho, na localização espacial.

Mesmo antes do redimensionamento da importância de alguns sensores em função da Evolução, São Tomás de Aquino (1273, 1^a, q. 67) já havia caracterizado o olho e o ouvido como *maxime cognitivi*,² ainda que reconhecendo *omnia cognitio aliorum sensorum*.³ Entretanto, não existe propriamente uma competição entre os sensores, existem apenas certas condições de atuação seletiva que são determinadas pela evolução, pela natureza, ou por contingências associadas à necessidade de certas percepções. O ouvido é essencial para a linguagem e, como não conhecemos o homem dissociado da linguagem, torna-se um sensor destacado na espécie.

A percepção visual (ou o *actus sensus visus*, de S. Tomás), um dos estágios que compreende a cognição visual, representou, não obstante sua importância para o organismo humano, um desafio para a construção de teorias. Somente com a fisiologia/psicologia experimental, em meados do século XIX, houve uma aproximação mais decisiva entre a percepção visual e os processos neurofisiológicos de absorção da informação pelo organismo, embora a preocupação com a percepção e com a estruturação das cores já representasse uma reflexão constante.

1 – Para um conceito de contínuo da corrente sonora, cf., por exemplo, MOORE, 2001, p. 12.

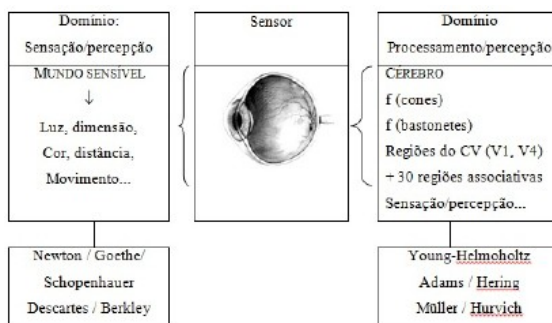
2 – (instrumentos) cognitivos ao máximo (tradução livre).

3 – Toda cognição advém dos sentidos diversos (tradução livre).

Autores como Newton, Schopenhauer, Helmholtz, Young e Hering foram pioneiros nesse empreendimento, ainda que em função de padrões diferentes. Na sequência, procuramos sintetizar parte dessa preocupação de teóricos, centrada no *actus visus*, em duas orientações que se tornaram marcantes.

A percepção visual (ou o *actus sensus visus*,⁴ de S. Tomás), um dos estágios que compreende a cognição visual, representou, não obstante sua importância para o organismo humano, um desafio para a construção de teorias. Somente com a fisiologia/psicologia experimental, em meados do século XIX, houve uma aproximação mais decisiva entre a percepção visual e os processos neurofisiológicos de absorção da informação pelo organismo, embora a preocupação com a percepção e com a estruturação das cores já representasse uma reflexão constante. Autores como Newton, Schopenhauer, Helmholtz, Young e Hering foram pioneiros nesse empreendimento, ainda que em função de padrões diferentes. Na sequência, procuramos sintetizar parte dessa preocupação de teóricos, centrada no *actus visus*, em duas orientações que se tornaram marcantes.⁵

Esquema 1: orientações teóricas sobre a visão



O esquema anterior sintetiza duas orientações teóricas que perpassaram as tentativas de compreensão do processo da visão e que se tornaram diferenciadas a partir do século XIX (LE GRAND, 1975, p. 3): o olho como o centro da atividade orgânica, voltado para uma sensação fenomênica do mundo – traduzida em termos de luz –, ou para o seu processamento neurofisiológico – traduzido em termos de atividades corpóreas.

4 – Ato sensível da visão (tradução livre).

5 – Muitos outros autores poderiam ser inseridos em uma e outra dimensão: aqui listamos apenas uma fração daqueles que contribuíram efetivamente para uma compreensão da funcionalidade (cognitiva) do olho. Um elenco mais amplo de pesquisadores que se debruçaram sobre temas diversos sobre o olho pode ser visto em WADE (1999).

Na primeira perspectiva – o QUE o olho vê –, podemos assumir o *olho*, enquanto um instrumento para *conhecer* as coisas do mundo sensível, traduzidas, de um modo geral, em termos de propriedades da luz (cor), ou de propriedades que a luz permite reconhecer (forma, distância, dimensão, movimento). Nesse particular, foi determinante a contribuição dos autores que listamos no esquema e afeitos a essa preocupação primeira.

Na segunda perspectiva – COMO o olho vê –, o *olho*, equipado com células fotorreceptoras (cones e bastonetes) é assumido como *médium* portador de receptores fotoelétricos que transmitem impulsos elétricos a diversas regiões do cérebro⁶ (regiões V1 a V5, por exemplo, do córtex visual), conforme descreve Meyer:

Julga-se atualmente (...) que o conjunto das informações provenientes da área V1, depois de ter passado por um processamento apropriado, é redistribuído para cerca de trinta áreas visuais distintas, espalhadas por mais da metade da manta cerebral, cada uma sendo mais uma vez especializada no processamento de uma particularidade do estímulo. Assim, as áreas V2 e V5 participam do processamento do movimento, ou seja, da percepção de um deslocamento, de uma direção ou de uma velocidade, V4 responde preferencialmente à cor e V3 é excitada pela orientação das linhas do espaço. (MEYER, 2002, p. 42).

Há muitos aspectos dessa formulação de Meyer que traduzem certezas relativas sobre o córtex visual: a existência de áreas específicas para o processamento da FORMA (V3), dos MOVIMENTOS (V2 e V5) e do refinamento das CORES (V4) é admitida pelo autor. Há autores, todavia, como Thompson e Dretske, que consideram V4 como uma região do córtex visual propícia à reinterpretação de oscilações de comprimento de onda, portanto, de uma depuração maior da percepção cromática. Essa partição, em associação com mais de trinta áreas distribuídas pelo cérebro, parece responder pela percepção e pelo processamento de toda atividade humana associado aos estímulos cromáticos, nele incluído nuances cromáticas que levariam à percepção de formas e de movimentos. Embora reconhecendo certas áreas de processamento da informação modal no cérebro, muitos pesquisadores têm mostrado um padrão mais geral de integração de diversas regiões do cérebro no reconhecimento de fenômenos específicos.

6 – Essa dupla orientação para olho parece ter marcado também a orientação de pesquisa para outros sensores: no caso da gustação, por exemplo, a proposta de Aristóteles das sete formas de paladar que a gustação experiencia (doce, azedo, amargo, salgado; adstringente, picante, acre) dominou grande parte das reflexões com alterações básicas nos três últimos elementos da classificação (aumentando-a ou restringindo). A partir do séc. XIX, com as pesquisas desenvolvidas no laboratório de fisiologia experimental, criado por Helmholtz, a processamento gustativo foi avaliado a partir da especificidade de glândulas salivares. Essas duas etapas contemplam, na mesma perspectiva do olho, o QUE a língua percebe, e COMO ela processa.

Existem ainda muitos problemas em relação a essas três formas de estímulo visual (cor, movimento e forma) que ainda não foram devidamente explicados, sobretudo quando as vemos a partir de certa integração. Podemos ter a sensação de vermelho (a vermelhidão, como quer Peirce [1980]), mas a sua percepção é o vermelho da polpa de uma melancia, o das gotas de sangue, o do sinal de trânsito. Em outras palavras, não vemos o vermelho naquilo que ele o é em termos do comprimento de ondas, no intervalo entre 590nm a 740nm, que as células fotorreceptoras leem. Em todas as circunstâncias da nossa atividade perceptiva, cor e forma estão integradas de forma decisiva.

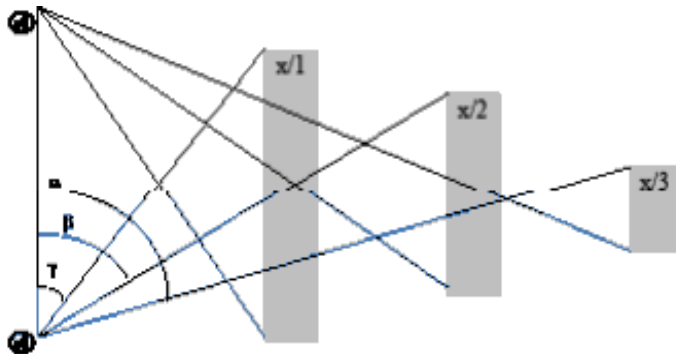
Quando vemos, por exemplo, um cubo azul, percebemos ao menos três arestas que convergem em um ângulo e que são formadas na superfície azul por detalhes de luminância, de saturação mais ou menos esmaecida: aqui pequenas variações cromáticas concorrem para a percepção da forma, independentemente do fundo a que o cubo estivesse sobreposto. A percepção da forma tem, na variação cromática, um delineamento do seu contorno espacial em relação ao fundo em que se encontra projetada.

A percepção do delineamento espacial da forma está associada à distância que o objeto mantém com o olho: os detalhamentos ampliam com a aproximação (quando mantido dentro de uma angulação aceitável para o olho) e diminuem com o distanciamento. Essa formulação, embora intuitivamente evidente para qualquer observador, levou Descartes a admitir o que poderíamos chamar de uma espécie de *geometria natural*, que se constitui numa geometria do olho, de como o olho vê os objetos. Por esse preceito, quaisquer objetos a distâncias diferentes do olho, com a mesma dimensão original, são necessariamente objetos de extensão diferente. Entre diversas possibilidades que são mostradas para os estudos de Descartes (1824), poderíamos, expressar uma, através da seguinte forma lógica:

$$(\forall)(x, y, z) ((x, y, z \equiv [\text{dimensão espacial}]) \rightarrow ([> \text{angulação}] \leftrightarrow [> \text{distância}]))$$

A partir dessa forma, sendo x, y, z objetos identificados pela mesma dimensão, mas diferenciados pela distância que os separa do olho ($x = x/1, y = x/2, z = x/3$), então, quanto maior for o ângulo formado por uma reta ligando os dois olhos e uma reta ligando a lateral oposta do objeto com cada um dos eixos oculares, maior será a distância dos objetos em relação ao olho. Em outros termos, podemos “calcular” a distância de um objeto do olho, em razão do ângulo em questão, conforme ilustramos na figura a seguir:

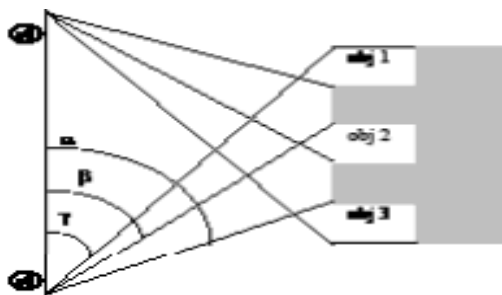
Esquema 2: Angulação e distanciamento



Na figura acima, os ângulos formados por arestas que tocam o lado oposto do objeto x – em cada uma das proporções determinadas: $x/1$, $x/2$, $x/3$ – e a reta que liga os dois olhos apresentam a seguinte correlação: $\alpha > \beta > \gamma$. Assim, a extensão de cada um desses ângulos é diretamente proporcional à distância em que os objetos se encontram: quanto maior o ângulo, tanto maior será a sua distância do objeto, considerando-se um objeto com a mesma extensão.

Embora essa formulação tenha apenas um teor descritivo, existe uma importância fundamental do ponto de vista perceptivo, sobretudo quando nossa percepção se orienta para processos de atenção mais localizados. Em geral, ajustamos a nossa percepção de objetos, aqueles sobre os quais a nossa atenção estará fixada, regulando a concentração entre olho e objeto. Em outras palavras, essa concentração é responsável por um ajuste do ângulo de percepção: um objeto mais localizado numa superfície – obj1, obj2 ou obj3 – é responsável por uma angulação diferente, quando singularizamos cada um desses objetos, daquela que implica percepção de todo o cenário que inclui a área sombreada em sua totalidade, conforme atesta a figura seguinte:

Esquema 3: Atenção e angulação



Se viabilizamos a proposta de Descartes em termos da percepção, podemos assumi-la como um avaliador importante para os processos de atenção: a singularização de qualquer evento espaço-visual (por exemplo, a singularização de uma casa no cenário de uma cidade, a de uma porta no cenário de uma casa, a do vidro central da bandeira de uma porta etc.) requer uma abertura sucessiva do ângulo, quando mantemos a mesma distância do objeto.

A visão ocupa um papel fundamental e extenso para a cognição humana e nenhuma outra atividade sensório-motora foi tão estudada⁷ e, de forma especial, naquilo que representou a percepção das cores. Os estudos sobre as cores tanto recobrem a manifestação exterior da luz e sua captação pelo olho, como a sua codificação nos processos cerebrais, em termos de mapeamento de regiões primárias e extensivas à decodificação de impulsos cromáticos. Nenhuma dessas perspectivas, como já assinalamos, foi vista de forma independente, mas em termos de ênfase sobre um ou outro aspecto. Em razão do volume de informações disponíveis sobre as duas vertentes, destacaremos, de forma sintética, algumas formulações.

A compreensão das cores

Abordagem de Newton (1704)

Isolamos dois aspectos fundamentais para descrever a proposta de Newton: trata-se daquilo que poderíamos denominar de duas teses fundamentais para a sua formulação, conforme citação seguinte:

Tese 1: Luzes que diferem em cores, também diferem em graus de refração (T-1);⁸

Tese 2: A luz do sol consiste de raios diferentemente refratáveis (T-2).⁹

Como se sabe, a experiência de Newton foi submeter a luz solar (luz branca) a um prisma e a partir dele obter luz de cores diferentes. Esse resultado de decomposição da luz foi medido pelo autor em termos de graus de refração da trajetória da luz: cada feixe de luz com graus de refração diferente correspondia a uma cor própria. As duas teses do autor poderiam ser recompostas em termos do seguinte silogismo:

1. Se [luz solar], então [raios diferentes de refração] (T-2);
2. Se [diferentes graus de refração], então [raios de diferentes cores] (T-1);
3. Se [luz solar], então [raios de diferentes cores] (T-1 e T-2).

⁷ – “A natureza da visão e a estrutura do órgão da visão são classificadas entre os desafios de maior importância com os quais as mentes dos homens pensantes se preocuparam desde o início dos registros históricos.” (POLYAK, 1941). Confira também a extensa apresentação presente em Wade (1999).

⁸ – In: Newton (1704): “*Lights which differ in colours, differ also in degrees of refrangibility*” (Prop I, Theor I, p. 13.).

⁹ – In: Newton (1704): “*The light of the sun consists of rays differently refrangible*” (Prop II, Theor II, p. 18).”.

A amplitude do experimento do autor permitiu a ele muitas outras ilações sobre a decomposição da luz solar, através de cálculos e de demonstrações da trajetória da luz refratada. Dois efeitos importantes a serem aqui destacados são o fato de ter ele testado a reversão do processo de refração, obtendo novamente a luz branca; e, igualmente, ele ter demonstrado que um feixe de luz refratada, quando submetida a um novo prisma, produzia a mesma cor da primeira refração. Esses dois efeitos confirmam a hipótese do autor, associando graus de refração à variação cromática.

Embora tratando as cores como propriedade de luz, Newton se preocupou também com as condições do organismo de perceber as cores e, por isso mesmo, desenvolveu reflexões sobre operações do olho em relação à captação de estímulos cromáticos. Em uma de suas reflexões em **Optics**, o autor indaga: “Questão 12. Os raios de luz ao incidirem sobre o fundo do olho não excitam a retina? Tais vibrações sendo propagadas ao longo de fibras sólidas do nervo ótico até o cérebro causam o sentido da visão?”¹⁰ (NEWTON, 1704, p. 26).

As duas questões aqui formuladas, entre muitas que se seguem, no Livro III do Tratado, apontam para dificuldades que também foram levantadas pelas teorias construídas a partir do início do séc. XIX com a preocupação fundamental de justificar o processo neurofisiológico da percepção cromática, como veremos mais adiante. O teor dessa preocupação coloca Newton no centro da discussão dos problemas da percepção visual que desafiaram (e em muitos aspectos ainda desafiam) a compreensão da ciência por algum tempo.

Em termos de compreensão, não poderia ser diferente que a cognição visual encontrasse, na percepção dos fenômenos cromáticos, os seus maiores desafios, talvez motivados por dois fatores diferentes. De um lado, essa motivação é decorrente de duas dificuldades colocadas pelo esquema anterior – *o que o olho vê e como o olho vê*. De outro, ela parece ser alimentada pelo fato de os fenômenos cromáticos sintetizarem todas as formas de conhecimento visual, isto é, a percepção de formas, de tamanho, de movimento, de localização espacial pode ser vista a partir de nuances cromáticas. Dessas duas orientações, decorrem algumas discussões levadas em conta por autores diferentes.

Abordagem de Goethe

Goethe (1813-1993) apresenta, em **Doutrina das cores**, uma ampla discussão sobre a natureza das cores, em particular, propõe uma tipologia, caracterizando cores fisiológicas, cores físicas e cores químicas.

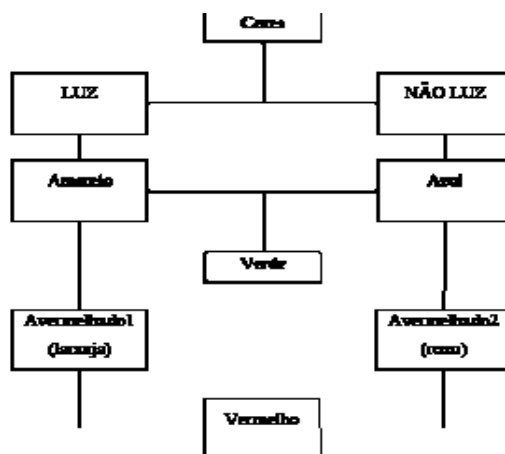
10 – “Question 12. Do not the rays of Light in falling upon the botton of the Eye excite vibrations in the Tunica retina? Which vibrations being propagated along the solide fibres of the optic Nervous into the Brain, cause the sense of seeing?” (Newton (1704: 26).

As *cores fisiológicas*, nos dizeres do autor, são aquelas que pertencem ao sujeito, ao olho, são partes integrais associadas ao seu funcionamento e representam condições necessárias para a visão. Em outras palavras, são as condições orgânicas de que um ser vivo está dotado para perceber cores. As *cores físicas* são aquelas que decorrem de meios materiais que circundam a atividade da visão. Elas podem ser expressas por material incolor, translúcido, opaco. Tais cores chegam ao olho através de um processo de causalidade que tem origem em outros meios, matérias; sua percepção nem sempre é objetiva, já que dependem não só da superfície que as reflete, mas também do observador. As *cores químicas* são aquelas que se acham associadas a determinados *corpus* e delas emanam de forma estável, podendo mesmo servir de suporte para a coloração de outros objetos. A propriedade química de substâncias naturais de servirem como corantes faria parte dessa terceira dimensão proposta pelo autor.

O texto de Goethe apresenta muitos detalhes envolvendo a discussão dessa tripartição para a compreensão dos fenômenos cromáticos e é possível que o grande crédito a ser tributado à sua formulação seja o reconhecimento de que os fenômenos cromáticos não constituem apenas uma manifestação física dos objetos exteriores, mas de uma contrapartida orgânica (as cores fisiológicas) determinante para a percepção cromática. Não é clara, na sequência de outras formulações que procuraram desvendar os fenômenos cromáticos, a extensão dessa proposta formulada por Goethe.

Além desse processo de fundamentação e de origem, o autor apresenta uma classificação geral mostrando diversas relações entre as cores, as quais podemos esquematizar no quadro seguinte:

Esquema 4: Distribuição cromática de Goethe



O esquema que se pode formular, a partir do autor, mostraria algumas dificuldades, se tivermos como referência aquilo que compreendemos hoje como doutrina das cores: a) ele contrasta nitidamente com a formulação de Newton, que submete as cores a fenômenos de refração da luz; b) ele se opõe às abordagens neurofisiológicas, como veremos na sequência, ao localizar o amarelo como a cor primária na decorrência da luz; c) o esquema ainda não contempla uma distribuição das cores em termos do comprimento de ondas cromáticas. Por fim, mesmo considerando que os fenômenos de refração estejam associados à concepção de luz-branca, tanto o azul como as parcelas decorrentes para gerar o verde e o vermelho, dificilmente seriam concebidos como uma derivação natural de não luz. Aproximando a categoria não luz (ou luz-negra como costuma ser denominada) à ausência de ondas luminosas, dela derivaríamos apenas o preto e todos os matizes de cinza (com alguma presença atenuada de luz), é o que podemos comprovar pelo sistema HSL – *hue, saturation, luminosity*, disseminados hoje como pалheta cromática de muitos programas de computação gráfica. De fato, pode-se apurar, nesse sistema, que escalas baixas de luminosidade (digamos de 0 a 10) mantêm o mesmo padrão de *preto* para faixas de cores diversas na pалheta (vermelho, azul, verde, amarelo), como também de escalas acinzentadas, quando subimos, paulatinamente, a escala de luminosidade.

Abordagem de Schopenhauer

Schopenhauer (1854-2003) descreve, em **Sobre a visão e as cores**, uma abordagem que, nas palavras do próprio autor, pretende ser “uma nova teoria da cor, muitíssimo distante, já no ponto de partida, de todas as existentes até agora.” (SCHOPENHAUER, 2003, p. 19). O próprio autor reconhece, todavia, que grande parte de sua formulação já foi descrita em **Doutrina das cores**, de Goethe, mas que pretende, por sua vez, romper com a tradição newtoniana, que considera uma “doutrina equivocada”, por se fundar apenas em uma atividade da luz impressa na retina. A formulação de Goethe, por sua vez, ainda não evidenciaria uma teoria geral dos fenômenos cromáticos, mas apenas prepara o caminho para que essa possa existir.

Schopenhauer reconhece que sua abordagem não recobre uma dimensão óptico-fisiológica do olho (e nem neurofisiológica), mas busca reconhecer o seu papel em termos de uma capacidade cognitiva geral propícia ao conhecimento dos fenômenos físicos por aquilo que se apresentam a nós em termos de sua aparência e não de sua essencialidade, como já reconhecia Sextus Empiricus. O autor sintetiza

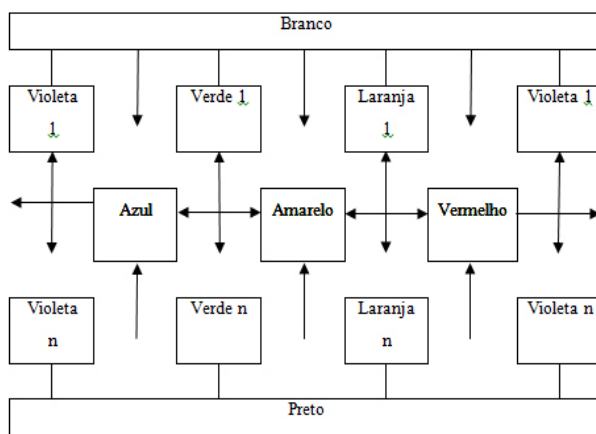
sua proposta: “ apresento aqui (...) a teoria da visão empírica exterior dos objetos no espaço, como eles se concretizam a partir do estímulo da percepção nos órgãos dos sentidos através do juízo e das outras formas do intelecto a ele agregadas.” (SCHOPENHAUER, 2003, p. 26).

A atividade da visão torna-se, assim, um trabalho essencialmente voltado para uma percepção intelectual, a partir das impressões que o olho capta no mundo dos objetos. As impressões que o corpo recebe através dos sensores – o olho é um deles – representam a matéria-prima a partir da qual o intelecto elabora princípios abstratos que materializam nossos padrões de conhecimento. Destaque especial é feito pelo autor sobre a causalidade: o processo de percepção é concebido do ponto de vista causal, onde estímulos de luz causam sensações que levam à percepção das cores. Para o autor:

De acordo com ela [posição], ao invés do raio de luz dividido, temos acoruma atividade dividida da retina; todavia, ao invés de sete partes, temos apenas duas, ou então inúmeras, dependendo de como se considera tal fato. (SCHOPENHAUER, 2003, p. 77).

O esquema para as cores, estabelecido pelo autor, é complexo pelo fato de apresentar gradações em perspectivas diferentes. Podemos interpretar sua proposta, esquematizada a seguir, substituindo o efeito contrastivo das cores, por sua nomeação:

Esquema 5: Distribuição cromática de Schopenhauer



O esquema tem um teor tridimensional, representado como se fosse uma coluna de seis lados (que aparece aqui aberta), sendo que os dois extremos se sobrepõem. As faces da coluna são representadas por uma cor básica (azul, amarelo, vermelho) e por três faixas intermediárias entre elas, resultantes de uma gradiente entre as cores vizinhas. Assim, temos: a) a proximidade entre amarelo/azul gera uma gradiente de verdes (verde 1 ... verde n); b) a proximidade entre amarelo/vermelho gera gradientes de laranja (laranja 1 ... laranja n); c) a proximidade entre vermelho/azul gera gradientes de violeta (violeta 1 ... violeta n). Verticalmente, as gradientes são determinadas por saturações mais densas de luz até saturações menos densas de luz (branco > preto), e assim por diante. Enfim, existe uma proporção entre a quantidade de luz e a tonalidade de cada uma das cores constantes das escalas gradientes. Nada impede, entretanto, que mesmo as cores básicas tenham gradientes determinadas pela maior ou menor presença de luz.

Esses três comentários ilustram as preocupações marcantes com a percepção visual das cores. É possível que para a cognição animal (já que sobre ela recai uma atenção especial para muitos seres vivos) as cores sejam um aspecto fundamental na percepção de muitos objetos. Reconhecemos, com certa precisão, gotas de sangue pelo teor cromático; distinguimos o amadurecimento de frutas, ou tipos de frutas pela cor da casca; percebemos muitas formas espaciais pelo contraste cromático; o próprio movimento pode ser reconhecido pela alternância cromática entre dois planos. Por razões dessa natureza, na sequência, veremos comentários sobre três teorias a respeito da percepção das cores, de acordo com a segunda orientação apontada no Esquema 1.

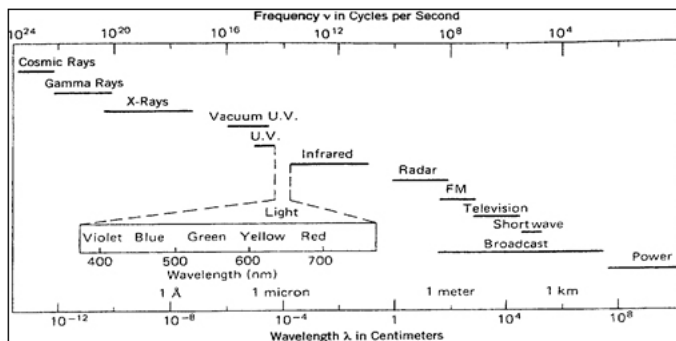
O processamento das cores

Embora as teorias sobre a percepção cromática tenham sido construídas ressaltando, sobretudo, aspectos de sua funcionalidade neurofisiológica (desempenho de componentes do órgão da visão, tipologia de células fotorreceptoras, funcionalidades perceptivas das células, mapeamentos no córtex visual e em muitas outras regiões cerebrais etc.), nenhuma delas desconheceu o papel decisivo da importância física da impressão de ondas luminosas sobre a retina.

Nesse particular, embora para o espectro visível da luz sejam reconhecidas seis ou sete cores (vermelho, laranja, amarelo, verde, azul [anil], violeta), não existe uma correspondência direta com a compreensão que se tem de uma decodificação de impressões sensíveis por células fotorreceptoras. De fato, nenhuma proposta teórica reconhece células fotorreceptoras para toda variação cromática que está

situada na escala de comprimento de ondas luminosas de 385(400)nm a 765(700) nm (em um dos intervalos possíveis). Nada disso, entretanto, chega a ser uma limitação perceptiva ao olho humano, porque dentro desse espaço muito pequeno de percepção de luz (veja o esquema seguinte), o organismo humano consegue perceber/produzir mais de 100 milhões de cores

Esquema 5: Escalas de comprimento de ondas



Fonte: Kuehni (2005)

Como se nota no esquema de Kuehni, a região do *ultravioleta* encobre ondas de comprimento muito pequeno (raios x, raios gamas) da mesma forma que a região do *infravermelho* contém ondas muito compridas (radar, ondas de rádio, de televisão), todas fora de alcance do olho humano.

Todo esse processo de percepção das cores fundamenta-se, para cada uma das teorias, em estruturas que concernem à organização do olho humano, representadas por componentes, pela especificidade funcional de cada componente, pelo processo de captação e de processamento da informação, por áreas cerebrais centrais e periféricas. Enfim, existem muitos detalhes técnicos que caracterizam um dos sensores de maior repercussão para o conhecimento humano. Não caberia, nessa abordagem, um detalhamento desses aspectos físicos, além de informações que já foram repassadas no início do texto, mas apenas uma constatação de sua importância para as teorias que foram desenvolvidas.

Abordagens sobre as cores

As descobertas de Young (1807, apud JUDD, 1966, p. 1315), revistas e consolidadas por Helmholtz (1850, apud JUDD, 1966, p. 1315), conhecidas como teoria tricromática, abrem, em meados do séc. XIX, uma nova perspectiva

para discussão e compreensão do processo de percepção cromática. Devem-se a eles os estudos iniciais sobre as células fotorreceptoras na retina (*pigmentos* na versão de Young e cones na versão de Helmholtz). Assim, segundo os autores, além dos componentes que integram a estrutura do olho, torna-se importante para o seu funcionamento a presença de dois tipos de células: os *cones*, sensíveis a comprimento de ondas eletromagnéticas curtas, médias e longas, dentro do intervalo variável entre 385nm a 765nm; os *bastonetes* sensíveis à luz noturna, responsáveis pela percepção das escalas de cinza.

Por essa abordagem, a sensação cromática opera sobre as ondas mais curtas do intervalo, para reter o azul, sobre ondas mais longas para o vermelho e sobre ondas de comprimento médio para o verde. A infinidade de cores que somos capazes de processar na percepção dos fatos do mundo decorre da reinterpretação na região (V-4) do córtex visual – e de sua conexão com mais de 30 regiões do cérebro – da instabilidade do comprimento de ondas, do acréscimo de luminosidade, da associação com objetos culturalmente categorizados sob um matiz cromático, dentre muitos outros fatores. Segundo Gordon:

Os dois fatos mais importantes sobre a visão das cores para os humanos (e para alguns outros vertebrados) são: primeiro que nossa visão das cores é tricromática, segundo que experimentamos contrastes altamente preditivos e efeitos de esmaecimento. (GORDON, 1989, p. 98).

Para Gordon, a compreensão da visão tricromática implicou o reconhecimento de descoberta de cones especializados na percepção de certos comprimentos de onda, da mesma forma que reconhecer contrastes e efeitos de esmaecimento (ou da presença de mais ou menos luz) que demonstram uma depuração no processo de percepção que ultrapassa o primeiro patamar – o da ativação das células fotorreceptoras –, apenas sensorio. Somos capazes de reconhecer o vermelho de gotas de sangue ressecadas em circunstâncias diversas (em contraste evidente com outros produtos de cor avermelhada nas mesmas circunstâncias, como também de padrões esmaecidos desse vermelho em função das condições específicas de observação – reflexo da luz solar, sombreamento de árvores, angulação, distância etc.

A teoria tricromática, embora reconhecida pela inovação que trouxe para a atividade visual, enfrentou críticas em razão de impasses criados na percepção de certas cores. Para muitos autores, por exemplo, ainda que como cor derivada, o amarelo deveria ter um estatuto diferente das outras cores derivadas. Muitas pesquisas e experimentos foram desenvolvidos para ressaltar a importância perceptiva do amarelo. Experimentos mostraram que, mesmo com a neutralização

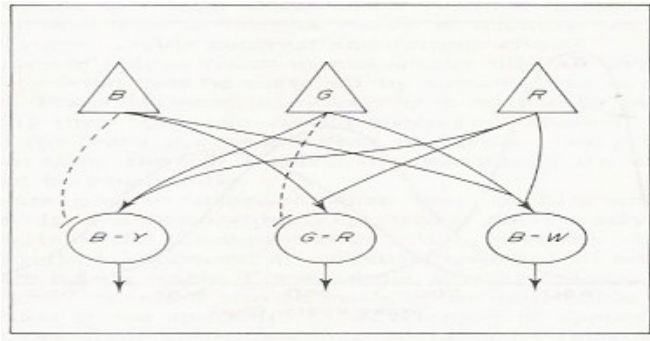
de ondas médias (verde) – aquelas que deveriam propiciar o surgimento do amarelo por um efeito de reinterpretação com o vermelho –, o amarelo é um matiz cromático largamente percebido. Mas não é esse tipo de objeção propriamente que contou para uma proposição complementar para a tricromacia, mas sim a descoberta do funcionamento de certo tipo de célula no início do nervo ótico. Apesar da mudança de concepção para os estudos da visão que a propiciou e dos acertos que trouxe para sua compreensão, a proposta de Young-Helmholtz foi objeto de ampla discussão. O saldo, todavia, deixado pela visão tricromática, assinala o seu valor de essencialmente correta, a despeito de objeções imputadas a ela por diversas outras abordagens que procuraram superar certos aspectos da capacidade do olho humano de recompor, a partir da informação captada, uma gradiência infinita de matizes cromáticos.

Teoria oponente (tetracromática) de Ewald Hering

Uma alternativa complementar à tricromacia foi apresentada por Hering (1878, apud JUDD, 1966, p. 1321), que formulou uma abordagem tetracromática, denominada de *Teoria Oponente*, em razão da existência de células situadas no início do nervo ótico que operam por um processo de estimulação/inibição, assimilando certas combinações cromáticas imediatas e recusando outras. O processo é fundamentado, portanto, mais sobre as sensações cromáticas do que nos processos de sua estimulação, embora o foco da análise estivesse centrado em células que iniciam o processo de transmissão das informações absorvidas por cones e bastonetes. Para Gordon, a teoria oponente opera da seguinte maneira:

Processos de cor oponente [são] baseados, em sua perspectiva psicológica, em três pares de percepção de cores fundamentais em oposição: vermelho e verde, amarelo e azul, e preto e branco. Hering definiu matizes únicos como aqueles que não contêm qualquer traço de qualquer outro matiz. Ele descobriu que existem apenas quatro destes matizes no ciclo geral. O azul único é um matiz que não é nem avermelhado nem esverdeado e comparativamente para os outros três. (GORDON, 1989, p. 36).

O processo desenhado por Hering foi esboçado pelo próprio Gordon (1989, p. 100), mostrando as seguintes correlações entre dados primários das sensações e sua decodificação em grupos celulares:



No esquema proposto, BGR representam cones (triângulos) sensíveis a estímulos de luz como matizes únicos, representando Blue/Green/Red (comumente conhecido nas paletas cromáticas como sistema RGB); os contornos em oval (B-Y/G-R/B-W) representam conjuntos de células que são responsáveis pela produção de cores fundamentais da interação sensível do olho com o ambiente. As correlações entre cones e grupos celulares podem ser descritas da seguinte forma:

a) B mantém uma relação inibitória (seta pontilhada) com o grupo B-Y, produzindo o AZUL (B) quando o registro de ondas médias é baixo; mas quando o registro de ondas médias é alto e como existe uma relação excitatória (seta contínua) com G e R, produz-se também o AMARELO (Y);

b) G mantém uma relação inibitória com o grupo celular G-R, produzindo o VERDE na presença determinante de ondas médias (G); mas como mantém uma relação excitatória com B e com R, resulta-se o VERMELHO (R), na ausência determinante de ondas curtas;

c) B, G e R têm uma relação excitatória com o grupo B-W, o que resulta o BRANCO; a ausência dessa relação excitatória dos três cones com o grupo produz o PRETO.

d) as combinações inibidas são aquelas que se mantêm equidistantes para gradiências possíveis do espectro natural: logo, não haveria um *azul amarelado*, nem um *amarelo azulado* pela inibição de B no grupo B-Y; não haveria também um *vermelho esverdeado* nem um *verde avermelhado*, em razão da inibição de G no grupo G-R. Por outro lado, como o grupo B-W não mantém nenhuma relação inibitória com os dados sensoriais, seria sempre possível a combinação de *preto* com *branco*, gerando tonalidades de cinza, embora muitas derivações da teoria insistem na impossibilidade de branco pretejado, ou de um preto embranquecido.

O esquema proposto por Hering apresenta uma compreensão mais depurada do processo inicial de obtenção das cores fundamentais a partir de sensações primárias. Embora justifique correlações possíveis e aquelas que são bloqueadas, deixa de evidenciar a presença de luminosidade na determinação de tonalidades para as cores fundamentais. Os reparos feitos à teoria devem-se à expectativa gerada por ela própria, isto é, a de tentar mostrar que o globo ocular ultrapassava o papel de mero receptor que geralmente lhe é atribuído.

Resta saber, todavia, se um estágio da decomposição de matizes para cores básicas seria uma questão que teria uma resolução satisfatória no plano de operações incipientes realizadas por cones e bastonetes. O nosso olho é “bombardeado” continuamente pela luminosidade dos diversos nichos em que nos situemos. Nesses nichos, uns objetos estão mais expostos aos raios luminosos do que outros, excitam mais a visão do que outros, emitem ondas luminosas em comprimento e densidade diferentes; nenhum, todavia, é alheio à atividade visual, consciente ou inconsciente. Em outras palavras, em um padrão natural de comportamento da atividade do homem sobre o mundo, o olho não pode ser impedido de ver.

Ainda que venhamos a centralizar certo conjunto de percepções como afeito ao córtice visual, os processos de analogia, de comparações, de implicações aos quais os dados sensoriais (ou já interpretados perceptivamente) são submetidos em outras regiões do cérebro mostram a necessidade de rever nosso processo de cognição visual, em uma perspectiva que pode não apenas integrar escalas diversas de operações de um mesmo sensor, como também de integração entre sensores diferentes, conforme expressa Gouras e Zrenner:

A visão relativa não é concernente ao fato de se analisar a composição do comprimento da luz refletida da superfície de um objeto, mas com a exposição de um objeto e seu plano de fundo. Isso mostra porque combinações de comprimento de ondas totalmente diferentes podem produzir cores idênticas (misturas de vermelho e verde combinam-se num amarelo diferente espectralmente), ou porque cores diferentes podem ser produzidas por combinações idênticas de comprimento de ondas (objetos brancos podem parecer rosados, cinza claro...). As cores que vemos nos objetos são aquelas que melhor os destaca do seu plano de fundo, em razão das condições de luminosidade prevalentes. (GOURAS; ZRENNER apud THOMPSON, 1995, p. 113).

Gouras e Zrenner, que fundamentalmente desenvolvem pesquisas com orientação neurofisiológica, apontam outra faceta da percepção das cores, ao menos indicando que a decodificação de estímulos elétricos não satisfaz a nossa

compreensão das cores.¹¹ Compreender as cores dos objetos do mundo é uma tarefa que está muito além do reconhecimento primário do comprimento de ondas de luz. Alguma discrepância (relativa) entre comprimento de ondas e o reconhecimento de cores é justificada pelos autores em termos de contrastes entre figura/fundo, conforme mostram diversos experimentos na área.

Teoria dos estágios – Müller e Adams

Embora grande parte dos autores considere que a visão tricromática seja essencialmente correta em seu teor biofisiológico – a causalidade do comprimento de ondas sobre o organismo –, da mesma forma que a complementação que lhe faz a teoria oponente, com seu teor mais funcional – os efeitos cromáticos gerados por comprimento de ondas diferenciados –, abordagens posteriores indagaram sobre o processamento das cores, tendo em vista o exato momento de sua fabricação partir da atividade sensorial. Essa preocupação trouxe para discussão as abordagens sobre estágios, formuladas por Müller e Adams, entre outros. O que fundamenta essencialmente as dúvidas apontadas? Segundo Judd,

Existe uma incerteza considerável sob que estágio preciso do processamento visual os sinais dos receptores podem ser organizados em cores opostas, se isso acontece na retina, no nervo ótico ou no lóbulo occipital do córtex. (JUDD, 1966, p. 1323).

Comentamos, de forma resumida, a posição dos dois autores citados.

Müller considera que o processamento visual, o das cores em particular, se dá em função de três estágios: o da fotopigmentação, o da resposta cônica e o do nervo ótico. Adams adota também os mesmos estágios, mas com atribuições diferentes para o segundo. Para ambos, o primeiro estágio se vale da *fotopigmentação* e corresponde à teoria de Young-Helmholtz, sem qualquer alteração na forma de operar dessa teoria. Sobre o terceiro estágio, existe também consenso entre os dois autores, isto é, as funcionalidades atribuídas ao *nervo ótico* a partir da proposição de Hering, nos padrões que já foram considerados por essa teoria. A divergência entre os autores se dá no segundo estágio: para Müller, a *resposta cônica* deve corresponder a uma abordagem oponente que concebe contrastes: vermelho-amarelado x verde-azulado e amarelo-esverdeado x azul-avermelhado;

11 – Segundo Nassau (1997: 3) uma explicação do processo de obtenção das cores decorre de um número amplo de causas e de uma natureza diversa. O autor chega a computar 14 causas diferentes para justificar a existência das cores.

para Adams, esse estágio implica a formulação de três componentes básicos para as cores (RGB), mas destaca toda a importância da luminosidade que precisa ser considerada nos processos de combinação de cores.

Considerações finais

No texto acima, procuramos apresentar um enfoque global sobre as questões relativas à cognição visual. Como se vê, nessa trajetória aqui apontada, o interesse pelo exercício do olho sobre os objetos do mundo, seu comportamento neurofisiológico nesse processo mereceu amplo debate seja no campo da filosofia, seja no da neurofisiologia. Os fatos aqui relatados, certamente, poderiam ser ampliados em cada uma de suas dimensões, incluindo novas reflexões, novos autores, bem como interesses mais específicos de sua importância no campo da linguagem, da computação, das artes de um modo geral.

No caso específico da linguagem, a cognição visual tem recebido destaque especial nas abordagens semânticas mais recentes: existe uma preocupação acentuada com aspectos visuais que compõem o significado implicado em ações, em termos relativos à quantidade, à distância, à espacialidade e não apenas em termos relativos a cores, como tradicionalmente eram abordadas as questões relativas à cognição visual.

Abstract

In this paper we aim to discuss some aspects of the cognitive activity of man, concerning processes embodied by sensory-motor activity and for their elaboration in a perceptual level. Special emphasis will be given to visual perception, as a cognitive pattern with a large extension for human knowledge. These aspects are seen by several authors – Berkley, Locke, Leibniz, Hume, Descartes, Kant – who discussed the importance of the eye in cognition. Theories from the Renaissance will be discussed such as – Newton, Goethe, Schopenhauer, Descartes, Berkeley, Helmholtz, Adams, Hering, Müller – which led to an understanding of the functional dimensions of the eye – rods and cones – in perception. It is noteworthy how color is important for perception.

Key words: Sensation; Perception; Visual cognition; Eye; Photoreceptor cells; Colors.

Referências

AQUINO, São Tomás de. **Summa Theologicae**: Ad corpore. 1ª parte, q. 67, p. 1273.

BERKELEY, G. **Tratado sobre os princípios do conhecimento humano** (1710). 3. ed. São Paulo: Abril Cultural, 1984. Coleção: Os pensadores.

CARTERETTE, E. G.; FRIEDMAN, M. P. (Ed.) **Handbook of perception**. Tasting and smelling. V. VI-A, New York: Academic Press, 1978.

CLARK, A. Perception: color. In: BECHTE, W.; GRAHAM, G. **A companion to cognitive science**. Malden, Mass: Blackwell, 1998.

DESCARTES, R. (1824) La diopthique. Discours sixième. In: DESCARTES, R. **Oeuvres de Descartes**. Paris: Victor Cousin, [s.d.].

DRETSKE, F. Seeing, believing, and knowing. In: OSHERSON, D. N. *et al.* **Visual cognition and action**: an invitation to cognitive science. V. 2. Cambridge, Mass: The MIT Press, 1990.

GOETHE, J. W. (1813) **Doutrina das cores**. São Paulo: Nova Alexandria, 1993.

GORDON, I. E. **Theories of visual perception**. New York: John Wiley & Sons, 1989.

GREGORY, R. L. (Ed.). Colour vision: brain mechanisms: In: **The Oxford Companion to the Mind**. Oxford: [s.n.], 1987. p. 150-154.

GREGORY, R. L. **Eye and brain**. The psychology of seeing. 5. ed. Princenton: University Press. Princenton, 1996.

HELMHOLZ, Hermann von. Recent progress in the theory of vision (1868). In: KAHL, R. (ed.) **Selected writings of Hermann von Helmholtz**. Connecticut: Wesleyan University Press, 1971. p.144-222.

HILBERT, D, R. **Color and color perception**. Stanford: Stanford University Press, 1959.

JUDD, D. B. **Fundamental studies of color vision from 1860 to 1960**. USA: Proc Natl Acad Sci , 1966.

KUEHNI, Rolf G. **Color**. An introduction to practice and principles, 2. ed. New Jersey: John Wiley and Sons Inc., 2005.

LE GRAND, Y. History of research on seeing. In: CARTERETTE, E. C.; FRIEDMAN, M. P. **Handbook of perception: Seeing**, v. V, New York: Academic Press, 1975.

MEYER, Philippe. **O olho e o cérebro**. Biofilosofia da percepção visual. São Paulo: UNESP, 2002.

MOORE, B. C. J. **An introduction to the psychology of hearing**. 4 ed. California: Academic Press, 2001.

NASSAU, Kurt. The causes of color. In : BYRNE, A.; HILBERT, D. R. (Ed.). **Readings on Color: the science of color**. Cambridge: The MIT Press, 1997. p. 3-30.

NEWTON, I. **Optics**. A treatise of the reflexions, refractions, inflexions and colours of light : L 1, P 1, 1704.

PEIRCE, C. S. **As categorias Universais: conferências sobre pragmatismo – Conferência II**. São Paulo: Abril, 1980. p. 17-24. Col. Os pensadores.

THOMPSON, E. **Colour Vision**. A study in cognitive science and the philosophy of perception. London: Routeledge, 1995.

WADE, Nicholas J. **A natural history of vision**. Cambridge: The MIT Press, 1999.