



INTRODUÇÃO À TEORIA DA COR

Luciana Martha Silveira

Editora
UTFPR



Introdução à Teoria da Cor

© Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Carlos Eduardo Cantarelli

Reitor da UTFPR

Luiz Alberto Pilatti

Vice-Reitor da UTFPR

Camila Lopes Ferreira

Coordenadora Geral da Editora UTFPR

Conselho Editorial da Editora UTFPR

Anna Silvia da Rocha

Bertoldo Schneider Junior

Christian Luiz da Silva

Hieda Maria Pagliosa Corona

Hypolito José Kalinowski

Isaura Alberton de Carvalho

José Antonio Andrés Velásquez Alegre

Juliana Vitória Messias Bittencourt

Karen Hylgemager Gongora Bariccatti

Ligia Patrícia Torino

Luciana Furlaneto-Maia

Maclovia Corrêa da Silva

Márcio Barreto Rodrigues

Maria de Lourdes Bernartt

Mário Lopes Amorim

Ornella Maria Porcu

Rodrigo Lingnau

Sani de Carvalho Rutz da Silva



Introdução à Teoria da Cor

Luciana Martha Silveira

2ª edição

Editora
UTFPR

Curitiba, 2015

© Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO

Vanessa Constance Ambrosio

REVISÃO

Adriano Lopes

Claudia Gomes Fonseca

Marina Antunes Polak

NORMALIZAÇÃO E PESQUISA ICONOGRÁFICA

Adriano Lopes

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S587 Silveira, Luciana Martha
Introdução à teoria da cor / Luciana Martha Silveira. – 2. ed. – Curitiba:
Ed. UTFPR, 2015.
169 p. : il. color.

Inclui bibliografia
ISBN: 978-85-7014-129-3
1. Cor. 2. Cores. 3. Cor na arte. I. Título.

CDD 23. ed. 752

Bibliotecário: Adriano Lopes CRB 9-1429

Depósito Legal na Biblioteca Nacional conforme Lei 10.994 de 14 de dezembro de 2004.

Tiragem: 1.000 exemplares

Editora UTFPR

Av. Sete de Setembro, 3165 - Rebouças

Curitiba - Paraná

www.utfpr.edu.br/editora

e-mail: editora@utfpr.edu.br

Impresso no Brasil

Printed in Brazil

Cor, Natureza, Cultura

Artur Freitas

A anedota é conhecida. Em 1905, logo no início do movimento fauvista, o grande pintor francês Henri Matisse expõe pela primeira vez a obra Retrato com Risca Verde, uma pintura de uma mulher cujo rosto, meio amarelo e meio rosa, divide-se na altura do nariz por uma inesperada mancha verde. Espantada com esse abuso cromático, uma senhora se aproxima e, provocativa, afirma nunca ter visto uma mulher como aquela. A resposta do artista é imediata: olhe bem, madame, não se trata de uma mulher, mas sim de uma tela. A diferença é óbvia, mas precisa ser dita. Embora sujeita às regras físicas da natureza, uma pintura, enquanto produção humana, é do reino do artifício, e como tal é capaz de gerar sentidos imprevistos, seja na ordem natural, seja no âmbito das convenções culturais.

Como o leitor terá o prazer de descobrir nas próximas páginas, o tema complexo da relação entre natureza e cultura é o verdadeiro pano de fundo deste livro. Fruto de muitos anos de pesquisa, *Introdução à Teoria da Cor* aborda o fenômeno cromático por meio de uma articulação cuidadosa entre diferentes campos de conhecimento, da física newtoniana à pintura de Kandinsky. Em certa medida, o caráter abrangente dessa abordagem reflete a formação plural de sua autora. Pesquisadora criteriosa com doutorado na área, professora de teoria da cor nos cursos de *design* e pintora de ofício, Luciana Martha Silveira percorre com desenvoltura os diversos meandros do mundo das cores.

Como se verá, o propósito central da autora consiste em compreender as especificidades e as interações dos três principais aspectos da cor: o físico, o fisiológico e o cultural. Em linhas gerais, o aspecto físico da cor é aquele que existe independentemente das eventuais predisposições

dos organismos vivos. Dos raios gama às ondas de rádio, o registro da luz visível, de onde derivam nossas sensações de cor, corresponde a uma faixa muito pequena do espectro mais amplo das radiações eletromagnéticas. É uma informação intimidante, e não admira que os românticos tenham associado o sentimento do sublime justamente à pequenez humana diante da infinitude da natureza. Para Luciana, contudo, as disciplinas visuais têm algo a aprender com as ciências naturais. Com as experiências da física, descobrimos que as cores-luz primárias diferem daquelas das cores-pigmento, e que estas, por sua vez, podem ser opacas ou transparentes. Na prática, isso significa que a fusão das cores primárias varia conforme o meio considerado, e que as misturas cromáticas virtuais de um *webdesigner*, por exemplo, diferem substancialmente daquelas realizadas por um pintor em sua paleta ou por um impressor em sua gráfica. Além disso, é da ciência da colorimetria que derivam os sistemas cromáticos utilizados pela própria indústria, como nos casos derivados do fabuloso sólido de Albert Munsell, que sistematizou a cor em três variáveis: o matiz, a saturação e a iluminação.

O aspecto fisiológico da cor, por sua vez, consiste em considerar os diversos modos com que os estímulos luminosos são recebidos pelos olhos e transmitidos ao cérebro. Da análise das funções dos cones e bastonetes aos estudos recentes sobre o córtex visual, Luciana passa em revista algumas das principais teorias fisiológicas acerca da visão cromática humana. Dentre todas, merece especial atenção a célebre lei dos contrastes simultâneos, do químico francês Michel-Eugène Chevreul, que chegaria inclusive a influenciar a paleta dos pintores impressionistas e pós-impressionistas, responsáveis por uma profunda revolução

na história da visualidade moderna. Por meio de exemplos visuais concretos, Chevreul demonstrou uma verdade fisiológica apenas intuída pelos pintores: a de que as cores, longe de apresentar valores absolutos, têm o poder de se influenciar reciprocamente quando dispostas lado a lado. Trata-se de um efeito quase mágico, mas irrefutável: um simples fato visual. Basta olhar com atenção os exemplos apresentados ao longo deste livro e logo se verá que uma mesma cor, de acordo com as variações cromáticas de sua vizinhança, pode se esfriar ou se aquecer, se avermelhar ou esverdear, brilhar ou se apagar. A revelia da constância física da luz e mesmo da nossa vontade, a saturação do olho com uma cor exige uma espécie de compensação fisiológica complementar, alterando as sensações cromáticas do todo. Uma única pincelada altera um quadro inteiro, diria o obsessivo pintor Cézanne, que chegaria a trabalhar durante meses, às vezes anos, numa mesma tela. O estudo da cor, alerta Luciana, depende da compreensão empírica de suas diferenças, interações e reciprocidades.

O aspecto cultural da cor, por fim, é sem dúvida o mais complexo, pois depende não apenas da relação com os demais aspectos, mas também de uma espécie de autocompreensão. Como seres sociais, cada um de nós, fruidores ou produtores visuais, somos influenciados pela nossa educação, gênero, crença, etnia, condição social e atuação profissional. Apesar de nossos desejos e fobias particulares, muitos de nossos gostos, práticas e representações são partilhados com as pessoas dos grupos a que pertencemos, por vezes sem saber ou querer. Por força do hábito (e da tradição antropológica), nomeamos a essa teia semântica de cultura. Para os limites deste livro, Luciana considera sobretudo o universo da sociedade urbana industrial globalizada, a que nomeia, sem maiores complicações, de cultura ocidental. Não se trata, é claro, de compreender a cultura como uma entidade estanque e monolítica, mas sim de pensar em meios de viabilizar situações cromáticas práticas para o seu leitor. Como sistema de valores e sentidos convencionais, a cultura, nos lembra

a autora, age como uma “lente” que interfere na elaboração dos significados cromáticos. Por outro lado, ainda que considerados no interior de um mesmo quadro cultural, os significados das cores não são fixos, variando de acordo com os seus usos sociais concretos. O efeito psicológico de um vermelho em um semáforo, afirma Luciana, difere, por exemplo, do mesmo vermelho pintado na parede de uma residência.

Somados, os três aspectos propostos no livro percorrem o largo espectro fenomenológico da cor: dos aspectos físicos, temos os estímulos luminosos; dos fisiológicos, o sentido da visão; e dos culturais, a interpretação. No centro desse sistema teórico, há ainda a importante distinção entre sensação e percepção. Para a autora, sensação seria o processo de tradução fisiológica dos estímulos físicos, ao passo que a percepção consistiria na interpretação cultural e simbólica do próprio ato sensorial. Como uma legítima introdução bibliográfica, o livro de Luciana abre caminhos sem ser exaustivo, permitindo aos estudantes, profissionais e pesquisadores da visualidade um amplo leque de desdobramentos. Apesar da evidente complexidade do tema, cujo domínio requer fluência em diversas áreas do saber, *Introdução à Teoria da Cor* é de fácil leitura e compreensão, relacionando teoria e prática por meio de recapitulações constantes e muitas sugestões de atividades.

Apresentação

Estudar a percepção da cor em detalhes é requisito básico para estudantes das áreas que desenvolvem suas principais articulações no âmbito visual. Sendo assim, a Teoria da Cor é fundamental para uma ampla faixa de cursos que vão desde o *Design* e suas ênfases específicas, como Gráfico, Produto, Moda, Interiores, *Web*, Comunicação Visual, passando pelos cursos que têm como foco as Artes Visuais, tais como as Artes Plásticas, até a Arquitetura nos seus aspectos formais.

Este livro foi pensado para auxiliar, por um lado, o professor das disciplinas que envolvem Teoria da Cor e, por outro, os alunos desses cursos, principalmente no processo de evidência da construção cultural simbólica da cor. Um profissional da área também encontrará aqui importantes informações, auxiliando-o na aplicação da cor em projetos.

A aplicação da cor em projetos não pode ser realizada de maneira puramente intuitiva. À intuição deve-se juntar a informação, que a valoriza e fundamenta. Porém, estudar a percepção da cor não é tarefa fácil, pois ela é múltipla, interdisciplinar, complexa; e esta complexidade se revela nas muitas lentes que descrevem suas fronteiras, como, por exemplo, a lente desenhada por um observador descompromissado, por um vendedor de carros, por uma criança, um adolescente, um adulto, um idoso, por alguém que está chorando em frente a uma novela de TV, por um sambista de escola de samba ou por alguém que tem como profissão mediar a construção simbólica perceptiva através da sua interferência na cultura material, como, por exemplo, os profissionais do *Design* ou da Arquitetura.

A percepção da cor acontece de maneira semelhante para essas diferentes pessoas, mas existem certas diferenças sutis que devem ser evidenciadas e estudadas por quem precisa

aplicar a cor em projetos. Este profissional necessita conhecer não só a sua paleta pessoal, individual, mas a paleta que a sua cultura constrói, materializada em artefatos, ou seja, essa paleta precisa ser conhecida para ser manipulada de acordo com construções culturais simbólicas coletivas.

As informações reunidas na chamada Teoria da Cor são uma ferramenta muito importante para o estudante e também para o profissional de áreas visuais, podendo até ser um diferencial em sua formação.

Ainda existem pessoas imaginando que a aplicação da cor em um projeto deve ser a última coisa a se pensar, justamente por acharem que não se raciocina para se colocar a cor em projetos.

Quem é responsável pela aplicação da cor em projetos também é responsável pelo efeito que ela causa nas pessoas que vão usar o objeto ou viver naquele espaço. E esta responsabilidade não pode vir imaturamente de uma situação poética do “mundo colorido”. A intuição do profissional ou estudante das áreas visuais deve ser, sim, utilizada na colocação da cor em seus projetos, mas se a esta intuição for somada muita informação, a aplicação da cor vai formar o canal de interação necessário para se extrair o máximo de prazer, conforto ou comportamento criativo em quem vai fazer uso do resultado daquele projeto.

Às vezes, a Teoria da Cor é muito difícil, monótona e entediante para se estudar, mas ela precisa ser encarada a partir de uma posição macro, com vistas ao futuro, na aplicação e discussão consciente da cor em projetos.

Muitas vezes observam-se espaços, cenários, outdoors, cartazes de filmes, embalagens que nos parecem perfeitas em cor. Promovem o conforto visual, ajudam na leitura,

despertam a criatividade e a marcam com uma postura dinâmica ou tranquila quando necessárias. Assim é a aplicação consciente da cor em projetos de design. E ela começa assim, estudando-se a Teoria da Cor.

Neste livro, três aspectos da cor serão explicitados em suas bases teóricas. Porém, primeiramente, um breve panorama sobre a História da Teoria da Cor será necessário. Antes de mais nada, é importante conhecer autores que estabeleceram embasamento para todas as construções culturais no entorno das cores. Para tanto, no Capítulo 1 deste livro, se verá mais detalhadamente quatro pesquisadores que historicamente contribuíram para a formação da Teoria da Cor. Grandes nomes como Leonardo da Vinci, Isaac Newton, Johann Wolfgang von Goethe e Michel-Eugène Chevreul mostram em seus trabalhos conclusões essenciais a todo desenvolvimento da Teoria da Cor atual.

A este capítulo segue-se o detalhamento de cada um dos três aspectos mais importantes da percepção cromática.

O Capítulo 2 mostra os aspectos físicos da cor. Ali se verá os estímulos visuais cromáticos (cor-luz e cor-pigmento), a geração do Círculo Cromático como uma primeira organização do universo de possibilidades cromáticas e as formas de se organizar o universo das cores em sistemas cromáticos ordenados, utilizados pela indústria.

O segundo aspecto importante da percepção da cor está localizado no Capítulo 3 deste livro, onde se verá os aspectos fisiológicos da cor. Primeiramente, o funcionamento dos olhos, principalmente da retina, e do cérebro como órgãos receptores do fluxo luminoso. Entender como se dá a visão cromática fisiologicamente será fundamental para se discutir, posteriormente, no mesmo capítulo, as teorias que definem a visão humana das cores, os distúrbios e as ilusões perceptivas visuais cromáticas.

O 4 Capítulo apresenta os complexos aspectos culturais simbólicos da cor, onde se leva em consideração a construção, a representação e a manutenção cultural dos

significados da cor. Ali também se apresentam os esquemas de combinações de cores, que são modos de manipular o círculo cromático, seguidos das chamadas harmonias de consenso e as harmonias de equilíbrio. As relações entre a cor e a forma apresentam-se neste capítulo como uma maneira de se aplicar a cor em formas dentro de projetos.

O Capítulo 5 traz iniciais aplicações da teoria advinda dos capítulos anteriores. O estudante encontrará neste capítulo as diretrizes preliminares para a aplicação da cor em projetos. Preliminares, pois este assunto é de difícil generalização, dependendo da mediação de uma metodologia específica, fundamentada em um vasto conhecimento teórico e prático, distribuído em várias áreas do conhecimento, além de um conhecimento prático específico da área de aplicação.

Como sugestão de uso deste livro, em uma disciplina de Teoria da Cor de um semestre, inserida em um curso de graduação, os Capítulos 1, 2, 3 e 4 devem ser colocados criteriosamente, isto é, aprofundamentos tais como os Sólidos Cromáticos Ordenados ou as Ilusões Cromáticas Perceptivas ou as diferenças entre sensação e percepção devem constar como bibliografia complementar.

Se este único semestre puder ser dobrado, passando a ser uma disciplina de dois semestres, poder-se-á incluir todos os itens dos capítulos, vivenciando-os também através de exercícios práticos. Porém, estes materiais omitidos em cursos mais rápidos devem ser fortemente considerados para um curso avançado, onde se objetiva a consciência ampla sobre a influência de estudos interdisciplinares para a aplicação da cor em projetos.

Os Esquemas de Combinações de Cores do Capítulo 4 e inteiramente o Capítulo 5 devem sempre estar acompanhados de discussão da teoria desenvolvida nos capítulos anteriores, em todos os níveis de cursos, ainda que inicialmente.

Agradecimentos

Este livro não foi escrito em poucos dias, nem em poucas semanas, meses ou anos. Também não foi escrito sem auxílio, torcida ou reconhecimento. Por isso, gostaria de agradecer a todos os que me ajudaram a materializar este conhecimento.

Primeiramente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), que me proporcionou não somente a oportunidade de vivenciar, junto a meus alunos, o prazer de estudar e discutir a Teoria da Cor, como a oportunidade de me dedicar, também, à preparação deste livro durante o pós-doutorado na University of Michigan em Ann Arbor, Estados Unidos, nos anos de 2009 e 2010. Neste período, tive a oportunidade de conhecer vasta bibliografia sobre a Teoria da Cor, assim como conviver com artistas, arquitetos e designers que a utilizam em seus trabalhos.

Agradeço à minha família e amigos, sempre me apoiando afetiva e emocionalmente em todos os meus projetos.

Agradecimento especial à Ana Lúcia Verdasca Guimarães, pelo apoio e valiosas sugestões.

Agradeço também de forma especial, nesta segunda edição, ao Adriano Lopes, pela dedicação, olhar cuidadoso e ideias fantásticas.



Sumário

1 Visão Geral e Histórica da Teoria da Cor

A Teoria Vinciana das Cores | **19**

Ciência da cor ou teoria da cor? O legado de Newton e Goethe | **25**

Chevreul e os contrastes simultâneos | **31**

Avanços na Teoria | **38**

2 Os Aspectos Físicos da Cor: Organizando o Mundo Colorido

Radiação Luminosa | **44**

Cor-pigmento | **47**

Cor-luz | **49**

Os Círculos Cromáticos | **54**

Sistemas Cromáticos Ordenados | **60**

3 Os Aspectos Fisiológicos da Cor com Vistas ao Conforto Visual Cromático

Os Órgãos Visuais | **80**

O Sistema Nervoso | **86**

A Visão Humana das Cores | **92**

Distúrbios da Visão Cromática | **97**

Ilusões Perceptivas Visuais Cromáticas | **99**

Leis do Contraste Simultâneo das Cores | **99**

Mutações Cromáticas | **105**

Cor Inexistente | **109**

4

A Cor nos seus Aspectos Culturais e Simbólicos

Da Sensação da Cor à Percepção Cromática | **116**

A Construção Simbólica das Cores, sua Materialização e Efeitos Perceptivos | **121**

Esquemas de Combinações de Cores | **125**

Esquemas de Consenso | **126**

Acromático | **127**

Neutros | **128**

Monocromático | **129**

Análogas | **131**

Esquemas de Equilíbrio | **133**

Diádicas Complementares | **134**

Diádicas Tons-Rompidos | **135**

Triádicas Assonantes | **136**

Complementares Divididas | **137**

Esquemas com quatro cores | **138**

Esquemas com seis cores | **139**

Relações entre a Cor e a Forma: Algumas Teorias | **141**

5

A Teoria e a Prática, ou Diretrizes para a Aplicação da Cor em Projetos

Da Introdução Histórica da Teoria da Cor | **153**

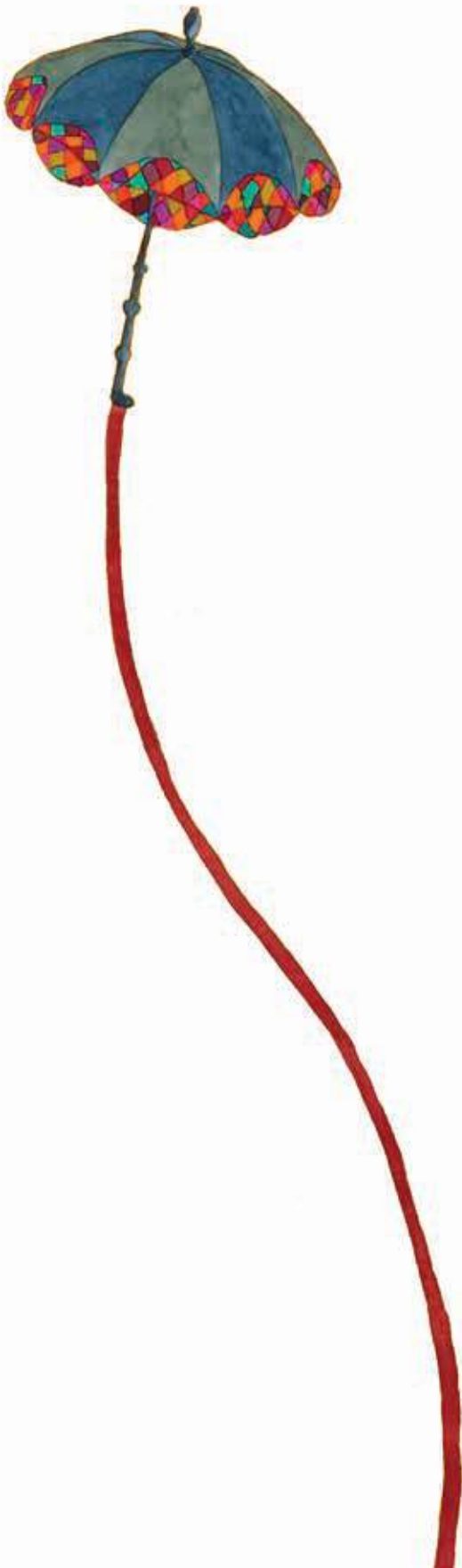
Dos Aspectos Físicos da Cor | **157**

Dos Aspectos Fisiológicos da Cor | **159**

Da Cor em Seus Aspectos Culturais e Simbólicos | **161**

Teoria na Prática e Prática na Teoria | **165**

Referências | **167**



Visão Geral e Histórica da Teoria da Cor



A cor participa da construção simbólica perceptiva de todas as pessoas, porém essas pessoas podem sentir essa construção de maneiras diferentes. Um espectador de televisão tem na cor um reforço para o canal de comunicação da informação que ele precisa perceber e entender nos acontecimentos da novela; uma criança ainda não tem toda a paleta de cores por onde a sua cultura transita; mas um idoso não só a tem como a manipula para se comunicar. Um sambista que está desfilando no meio de sua escola de samba do carnaval carioca, a Mangueira, veste as cores da escola como se fossem as únicas possíveis em sua paleta, resumindo sua história de vida em duas cores.

Dentro da Teoria da Cor, pode-se estudar a cor sob três aspectos básicos importantes, que se derivam em outros e outros, infinitamente. Um deles acontece fora do ser humano, isto é, independente da sua vontade. Este é o aspecto da construção física da cor. Muitos *designers* nem chegam a estudar este aspecto por achá-lo irrelevante, porém é o aspecto crucial para que a percepção visual cromática aconteça, pois se não há luz, não há como a cor aparecer e ser interpretada.

Os outros dois aspectos têm a interferência do ser humano como fator essencial na elaboração simbólica da cor. Diz-se aqui dos aspectos fisiológicos e os aspectos culturais simbólicos da percepção cromática. Quando os raios atingem os olhos, acontecem efeitos químicos importantes que influenciam toda a construção perceptiva simbólica. Os aspectos simbólicos da construção perceptiva cromática são aspectos que os seres humanos participam por se comunicar, por fazerem parte da cultura. Os três aspectos devem ser pensados juntos, isto é, um está inevitavelmente ligado ao outro.

A cor não tem existência material para os aspectos físicos e fisiológicos da percepção. Esta afirmação parece ser bem estranha, posto que, para nós, os objetos estão tão grudados em suas cores que parecem ser “donos” delas. É justamente por isso que se deve considerar a interdependência entre os três aspectos da cor.

Os aspectos físicos definem a cor como uma sensação percebida em certas organizações nervosas a partir do estímulo da luz, isto é, a cor seria o resultado da ação da luz sobre os olhos primeiramente. Neste contexto, não se pode afirmar que os objetos possuem suas cores. O que acontece são raios de luz batendo nos objetos, parte absorvidos, parte refletidos, vindo diretamente para os nossos olhos, que por sua vez são capazes de, por meio de reações químicas e

fisiológicas, interagir e fazer uma primeira interpretação do resultado da síntese de raios feita pelas propriedades físicas do objeto.

Só se consegue disparar o processo da percepção visual cromática de um objeto porque existe luz sobre ele e porque temos os olhos funcionando como aparelhos receptores destes raios de luz, isto é, a luz é o estímulo onde todo o processo se inicia e os olhos são os aparelhos receptores que decifram o fluxo luminoso, decompondo-o ou alterando-o através da função seletora da retina.

É importante perceber que, além da cor ser propriedade dos objetos, a sua percepção acontece primeiramente porque existem estímulos (luz) e os órgãos receptores capazes de decifrá-los (os olhos). Porém, ainda depois que esses estímulos luminosos são primeiramente decifrados e codificados fisiologicamente pela retina, eles encontram a cultura construída coletivamente na memória. Somente a este processo completo podemos chamar de percepção visual cromática. A cultura ensina a ver, a perceber a cor nos objetos, nos ambientes, nos detalhes e no todo ao mesmo tempo.

Sensação cromática é diferente de percepção cromática. Pode-se chamar sensação da cor apenas quando se considera parte do processo, isto é, quando a luz existente atinge os olhos e este fluxo luminoso é codificado fisiologicamente. A percepção da cor acontece quando este código fisiológico, feito a partir do fluxo luminoso, é interpretado culturalmente.

Para trabalhar com a cor em projetos, um profissional precisa ter em mente a percepção da cor, isto é, o processo como um todo. Isto significa que deve considerar a aplicação da cor em seus aspectos físicos (pois se não houver luz não terá início o processo da percepção cromática), os aspectos fisiológicos (pois se não houver a capacidade de codificação fisiológica do fluxo luminoso, também não se dará a percepção cromática) e seus aspectos culturais simbólicos (pois se não se considerar a inserção da interpretação da cor na cultura, não se entenderá o processo de construção simbólica e utilização da cor).

Antes de saber mais sobre a cor e utilizá-la em projetos, é necessário entender o que muitos estudiosos, vindos de diversas áreas, distribuídos pela nossa história, concluíram a respeito da percepção da cor. Alguns deles estudaram a cor para entender outros objetos de pesquisa, enquanto outros estudaram a cor por ela mesma, concluindo que a sua interpretação era importante na construção da percepção do nosso mundo visual. Assim, desde há muito tempo, a Teoria da Cor vem tomando forma.

Escritos sobre a cor foram encontrados desde o século I d. C. (CAIVANO, 2000) e continuam a ser desenvolvidos incansavelmente até os dias atuais. Isso torna o recolhimento completo dos registros históricos da formação da Teoria da Cor uma tarefa árdua e dispendiosa.

Porém, para se entender a formação desta teoria, não é preciso saber de todos os seus trabalhos constituintes. Apenas alguns deles já são suficientes para despertar o respeito e o embasamento necessários ao trabalho com a cor. Sendo assim, neste capítulo destacamos a contribuição efetiva de quatro grandes estudiosos, apresentando também uma possível linha de evolução posterior.

O capítulo se inicia explorando as ideias de Leonardo da Vinci sobre as cores, reunidas em seus escritos e evidenciadas em seu trabalho artístico. Segue-se apresentando as diferenças entre cor-luz e cor-pigmento que se estabeleceram a partir das diferenças de pensamento entre Newton e Goethe.

A viagem pela história da Teoria da Cor continua com um dos maiores pensadores e pesquisadores da cor de todos os tempos, Michel-Eugène Chevreul, e a sua Lei do Contraste Simultâneo das Cores.

Finaliza-se este capítulo com uma breve passagem pelas pesquisas mais recentes, indicando possíveis continuidades e descontinuidades nos caminhos da Teoria da Cor.

A TEORIA VINCIANA DAS CORES

Leonardo da Vinci viveu entre 1452 e 1519. Foi uma das principais figuras do chamado Renascimento italiano e produziu obras que são bastante conhecidas e imitadas, como a “Monalisa” (Figura 1.1), que é um dos grandes ícones da história da pintura mundial e, até hoje, é imitada em várias técnicas.

Além do seu trabalho artístico em pinturas, Leonardo da Vinci foi um dos primeiros a reunir os dados existentes em direção à criação de uma Teoria da Cor. A única divisão e classificação aceita dos seus manuscritos é a chamada obra vinciana, onde se reúnem os escritos incidentais e os escritos sistemáticos (CARREIRA, 2000). Dentro desses chamados escritos sistemáticos, está o *Tratatto della Pittura*, no qual estão reunidas as anotações de Leonardo sobre a cor e a pintura. O conteúdo do *Tratatto* é fundamentalmente dirigido aos pintores, contendo elementos básicos da óptica, da física, da química e da fisiologia.

Figura 1.1 – Leonardo da Vinci. Mona Lisa. c. 1503-05. Painel, 0,77 x 0,53 m. Museu do Louvre, Paris.



Em sua época, cópias de seus manuscritos circulavam pelos ateliês italianos, instruindo e assim influenciando seus leitores na harmonização das cores. Quando Leonardo ensinava um pintor a utilizar determinada técnica em seus trabalhos, era claro e didático. Ensinando a técnica de veladuras, ou seja, as várias camadas de pigmentos diluídos em resinas oleosas, Leonardo escreveu em uma linguagem muito acessível que o pintor deveria esticar a tela em um bastidor e dar uma mão de cola, depois deixar secar e desenhar por cima. As “carnes”, ensinava ele, o pintor deveria pintar com pincéis de seda, aplicando a sombra velada ainda sobre a tinta fresca. Neste mesmo contexto, Leonardo também ensinava o pintor a obter as cores desejadas, como, por exemplo, o tom da “carne”, que, segundo ele, deveria ser obtido usando alvaiade, laca e terra-de-colônia, e a sombra desta mesma área deveria ser obtida por meio de vermelho com uma pitada de laca ou sanguínea dura (CARREIRA, 2000, p. 85).

Leonardo também pesquisou e escreveu sobre a fisiologia da percepção visual. Dissecou olhos de cadáveres e assim pôde descrever as funções de cada componente da visão. Desafiando a versão clássica da visão do século III a. C., em que o geômetra grego Euclides propagou a ideia de que saíam raios dos olhos para capturar o objeto observado, Leonardo propõe uma nova teoria sobre como os olhos percebem os objetos, escrevendo que não era possível que os olhos emitissem raios visuais, pois isso levaria um tempo que não era notado no ato de percepção visual (CARREIRA, 2000, p. 159).

Outra contribuição importante de Leonardo da Vinci para a formulação da Teoria da Cor foi a sua demonstração da interferência da cor do ar no processo de percepção do mundo visual. Leonardo reafirma em vários trechos de seus manuscritos que, para ele, a cor do ar é azul, sendo mais ou menos escurecido quanto mais ou menos esteja carregado de umidade. Esta conclusão o leva a acreditar que quanto mais longe estava o modelo do pintor, mais carregado de azul ele deveria ser representado. Pensando logicamente, se um objeto estava perto do pintor, teria menos ar, em quantidade, entre o pintor e o objeto, enquanto que se o objeto estivesse longe do pintor, mais ar teria entre os dois, o que o deixaria “mais azul”.

Este pensamento se tornou uma regra para Leonardo e ele o escreveu em seus manuscritos para que os outros pintores pudessem utilizá-lo em sua produção (LEONARDO, 1970, v. 1, p. 161). Esta regra foi utilizada exaustivamente, a ponto de contribuir para a construção simbólica de “distância” no azul.

Justificando esta regra, Leonardo escreveu sobre a chamada “perspectiva aérea”. Ele acreditava que a “perspectiva linear” não era suficiente ao pintor para mostrar a distância e, assim, propunha que se utilizassem as cores, principalmente o azul, para garantir a sensação de distância e realismo às imagens produzidas pelos pintores do Renascimento.

Ele mesmo utilizou a perspectiva aérea juntamente com a perspectiva linear em seus trabalhos, como podemos observar na obra “A Virgem e o Menino com Sant’Ana”, retratada na Figura 1.2, onde se pode perceber a utilização do azul na construção da sensação de distância entre as figuras principais e a paisagem.

Outra preocupação de Leonardo foi a definição de quantas e quais seriam as cores primárias essenciais. Leon Battista Alberti (1404-1472) já havia, na Idade Média, justificado a sua escolha das quatro cores essenciais, unindo-as à teoria dos quatro elementos (ALBERTI, 1989). Leonardo define as cores primárias chamando-as de “cores simples”, como aquelas que não podem ser feitas pela mescla de outras cores. São cores simples para ele o branco, o amarelo, o verde, o azul, o vermelho e o preto (LEONARDO, 1970, v. 1, p. 149).

Nesta definição estão as três cores primárias físicas e as três cores primárias químicas, somando-se a elas o preto e o branco. Atualmente, a Teoria da Cor determina que se as geratrizes forem o vermelho, o amarelo, o verde e o azul, tanto as cores-luz quanto as cores-pigmento podem ser obtidas através delas, ou seja, toda a coloração da natureza.

Um dos aspectos importantes nas pesquisas cromáticas de Leonardo é a sua insistência na inclusão do preto e do branco como cores primárias na escala cromática. Segundo seus escritos, seria a única maneira de se obter a característica do valor da cor (LEONARDO, 1970, v. 1, p. 149), expressa em grau de luminosidade. Muito tempo mais tarde, Chevreul, Ostwald e Munsell viriam apoiar os enunciados de Da Vinci, colocando o preto e o branco como pontos referenciais em seus sólidos de cor.

Estudando as cores complementares, Leonardo caminha pela análise dos “contrastes simultâneos”. A observação deste tema influencia diretamente Goethe e Chevreul em suas pesquisas cromáticas, como veremos mais adiante. Leonardo escreveu que todo objeto colorido participa da cor do objeto que lhe rodeia (CARREIRA, 2000, p. 109).

Ele foi o pintor renascentista mais preocupado com o estudo da sombra e luz, percebendo que entre a luz e as trevas há um meio de revelação dos fenômenos cromáticos. Assim, abre caminho para as futuras teorizações das

Figura 1.2 – Leonardo da Vinci. A Virgem e o Menino com Sant’Ana. Óleo sobre madeira. Utilização do azul como reforço na sensação de distância, a chamada “Perspectiva Aérea”. Museu do Louvre, Paris.



sombras coloridas, sombra de coloração complementar à cor do fundo, onde ela surge (teoria desenvolvida mais tarde por Chevreul).

A afirmação de que o branco é o resultado da somatória de outras cores foi feita por Leonardo muito antes de Newton. O que a física chama hoje de síntese aditiva, Leonardo já havia descoberto, provando ser o branco a soma de duas cores complementares. Toda a teoria cromática dos tempos modernos baseia-se nesta descoberta.

Leonardo era, sobretudo, um sonhador capaz de idealizar elementos especulativos em projetos avançados das ciências e das artes, impossíveis de se concretizar em nível prático de desenvolvimento técnico e social de seus dias. Visionário, suas pesquisas e soluções correspondem muito mais aos anseios futuros da sociedade moderna do que às necessidades do século em que viveu.

Conceitos fundamentais da Teoria da Cor de Leonardo Da Vinci

- 1) Os manuscritos de Leonardo circulavam pelos ateliês dos pintores, influenciando na materialização das obras.
- 2) Nos seus manuscritos, Leonardo ensinava a reprodução das cores, a montagem das telas, sempre de forma didática, tornando seu texto sedutor aos olhos dos aprendizes.
- 3) Para Leonardo, os olhos eram passivos, isto é, recebiam raios ao invés de emití-los, inaugurando, assim, o pensamento de que a percepção visual cromática é elaborada a partir de informações do meio em que vivemos.
- 4) A ideia da interferência da cor do ar no processo de percepção do mundo visual influencia na construção da percepção da tridimensionalidade a partir da “perspectiva linear”, principalmente através da construção do significado de distância e afastamento agregado à cor azul.
- 5) Leonardo definiu as cores primárias essenciais como “cores simples”: branco, amarelo, verde, azul, vermelho e preto. Colocando o branco e o preto dentre as cores simples e essenciais, Leonardo as considerou como cores, interferindo nas definições posteriores da Física. Colocando o vermelho dentre as cores primárias, Leonardo também influencia na força do vermelho como signo importante de comunicação, mesmo sendo provado mais tarde que o vermelho não é uma cor primária, pois ainda pode ser dividido em magenta e amarelo.
- 6) Estudando as cores complementares, Leonardo ensina em seus manuscritos que as cores devem ser percebidas em suas relações e que recebem influência perceptiva umas das outras.
- 7) Os estudos das sombras feitos por Leonardo trazem o conceito importante das sombras coloridas, de onde aprendemos a ver todas as cores, inclusive as sombras, como composições a partir do espectro cromático de luz.

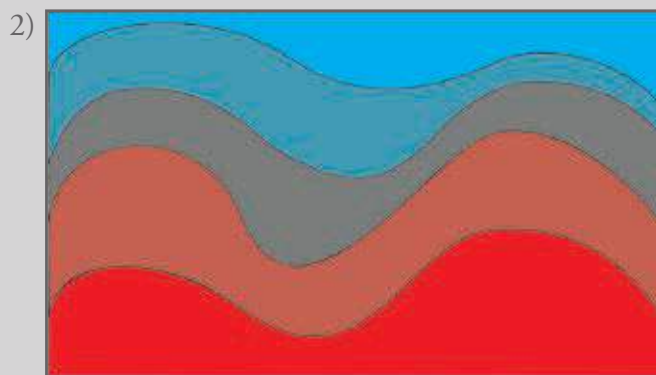
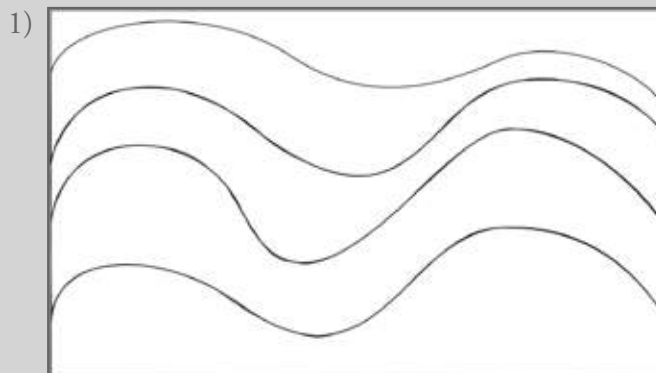
ATIVIDADE #1

LONGE E PERTO E PERTO E LONGE

Objetivo: exercitar a manipulação da construção simbólica da distância agregada ao azul, iniciada por Leonardo da Vinci em seus manuscritos sobre a “perspectiva aérea”.

Material: papel para guache, tinta guache nas cores vermelho, azul ciano e branco, pincéis.

Descrição: desenhar linhas como “montanhas” e pintar os espaços, no sentido de baixo para cima, do vermelho ao azul ciano. Deve-se acrescentar o azul ao vermelho de forma crescente, a ponto que a última faixa seja inteiramente azul. Observe a imagem e perceba o quanto o azul agrega o significado da distância em relação ao vermelho, reforçando a perspectiva.



CIÊNCIA DA COR OU TEORIA DA COR? O LEGADO DE NEWTON E GOETHE

As demonstrações e definições matemáticas para os fenômenos cromáticos começam a ficar mais precisas a partir do século XVII, com Isaac Newton, que viveu entre 1642 e 1727 e foi responsável por um espantoso progresso no estudo da luz.

Quando se pensa em Isaac Newton, se fazem duas imediatas associações: a primeira em relação às leis da gravidade, e a segunda com respeito aos seus trabalhos sobre a luz. O início das grandes descobertas de Newton em ciência data de um período de dezoito meses após sua graduação na universidade (1665-1667). Durante este período fez precisas descobertas no campo da óptica, envolvendo além da matemática pura e da mecânica celeste, aspectos relacionados à luz e à cor.

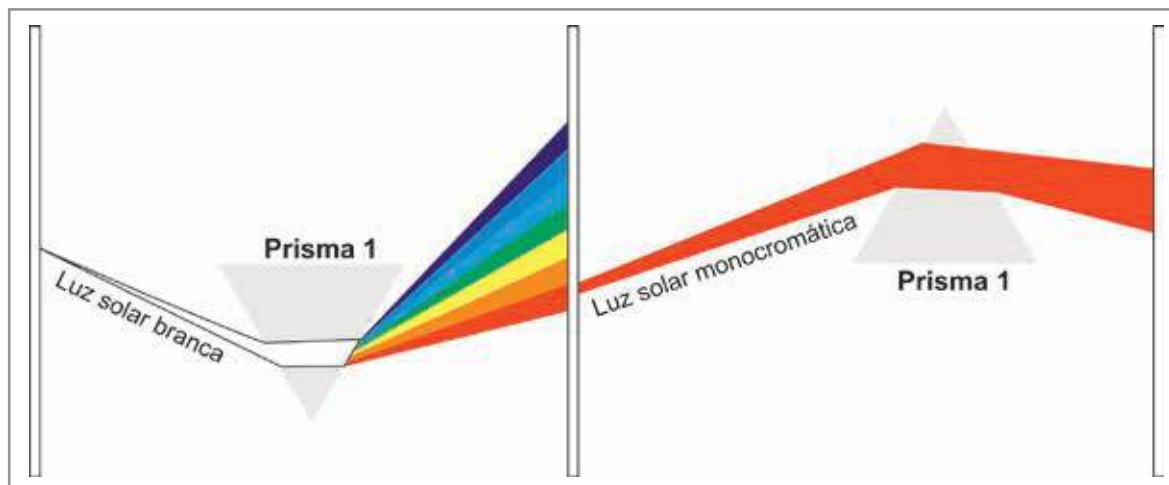
Com um prisma de vidro, triangular, Newton fez experimentações no campo do fenômeno das cores. Onde outros haviam apenas exibido os espectros coloridos produzidos pelo prisma, Newton analisou os fenômenos da dispersão e da composição da luz branca. Suas experiências mostraram que a luz branca, ou luz solar, era uma mistura de luzes de várias cores, componentes hoje chamados de radiações monocromáticas.

Através das experimentações com o prisma, Newton mostrou que a separação da luz branca nas suas componentes de diferentes cores (espectro) dá-se pelos diferentes desvios sofridos pelas componentes ao atravessar o prisma. Os desvios propriamente ditos se devem ao fenômeno da refração, enquanto que as diferenças entre estes desvios se devem à dispersão do índice de refração do prisma (o índice de refração é uma função do comprimento de onda que está associado à cor da luz).

Para provar que estava correto quanto a estes desvios, idealizou um experimento onde permitia que um estreito raio de sol entrasse por um pequeno orifício na janela do seu próprio quarto escurecido, passando pelo prisma e produzindo um espectro. Depois, usando um anteparo opaco, com um pequeno orifício, Newton separou deste espectro feixes de luz de uma só cor, deixando-os passar através de um segundo prisma.

Quando esta radiação monocromática passava pelo segundo prisma, emergia sem qualquer modificação de cor, levando-o a conclusão de que o segundo prisma apenas produzia outro desvio de direção, isto é, estas radiações não poderiam novamente se dividir em outras componentes com diferentes propriedades, como ilustra a Figura 1.3.

Figura 1.3 –
Experimentações
de Newton com os
Prismas.



As investigações sobre os fenômenos cromáticos levaram Newton à compreensão da manifestação cromática nos objetos, em função da luz que absorvem e refletem. Estudando os anéis alternados de franjas escuras e claras, que são vistos numa película de ar existente entre uma superfície de vidro plana e a parte convexa de uma lente plano-convexa de distância focal grande (efeito conhecido como os Anéis de Newton), Newton obteve medidas tão precisas que Thomas Young as utilizou, cem anos mais tarde, para calcular os comprimentos de onda da luz.

No que se refere aos estudos cromáticos, os trabalhos de Newton são considerados atualmente um marco no desenvolvimento da ciência da cor. A chamada Ciência da cor está contida na Teoria da Cor e é definida como o estudo dos aspectos físicos da cor.

A maioria dos atuais estudiosos da colorimetria, como José Luis Caivano, Roberto Daniel Lozano ou P. J. Bouma, considera que a história da moderna ciência da cor começa em 1666, quando Newton começou suas pesquisas sobre este assunto.

Os fundamentos deixados por Newton influenciaram os trabalhos dos pesquisadores do século XVIII que, se não o copiavam, adicionavam pouco ao que ele já havia dito. Apesar disso, não se pode dizer que no século XVIII não existiu um nome igual ao de Newton associado aos estudos dos fenômenos cromáticos.

No final daquele século um nome famoso na literatura apareceu no cenário dos estudos sobre o fenômeno das cores: Johann Wolfgang von Goethe.

Goethe nasceu em 1749, tendo a juventude mergulhada em intensa inquietação intelectual e cultura clássica. Sua paixão pela ciência das cores data desta época, quando se inicia na prática da pintura e do desenho.

Fruto de uma investigação de mais de vinte anos, a *Farbenlehre* (*Doutrina das Cores*) acrescenta intriga e surpresa ao universo da pesquisa cromática. Sua linguagem ora se aproxima de uma refinada poética, ora faz parte de um rigoroso discurso científico.

Uma das principais polêmicas instaladas no livro *Doutrina das Cores* é a disputa entre o idealismo alemão de Goethe e a óptica mecanicista de Newton. Por mais que olhasse para uma parede branca através de um prisma, Goethe não conseguia se convencer das ideias de Newton e, a partir disso, dedica vários anos a demonstrar sua intuição utilizando experiências com prismas e lentes.

Para Goethe, a luz era o ser mais simples, indivisível e homogêneo conhecido e, sendo assim, ela não poderia ser dividida em luzes coloridas como afirmava Newton, pois uma luz colorida seria sempre mais escura que a luz incolor.

Newton e Goethe começaram suas experimentações da cor por pontos de vista totalmente diferentes. Goethe não estava interessado em estabelecer critérios para a produção da cor enquanto fenômeno físico, como Newton se preocupava. Ao contrário, defendia a ideia de que a cor também existia enquanto fenômeno além da física. Para ele não bastava concluir que a cor surgia da luz branca, mas também a influência dos aspectos fisiológicos na visão cromática. Portanto, a diferença entre as interpretações de Goethe e Newton passa também pelos critérios e métodos de comparação. Newton era um físico experimental, e como tal adquiriu uma visão do experimento independente do observador. Acreditava ser a natureza um grande sistema, regulamentado por leis precisas, baseando suas propostas na descoberta de algumas dessas leis.

Este tipo de postura era questionável para Goethe. O homem era para ele parte da natureza e, portanto, acreditava na observação mais direta dos fenômenos naturais. Se a luz branca era uma sensação simples e única, então ela deveria ser um fenômeno simples e único. Para ele, as cores eram, em primeiro lugar, ideias subjetivas ou coisas que existiam apenas em nossa percepção. Esse modo de pensar ajuda-nos a entender seu enorme esforço em demonstrar que as opiniões de Newton estavam incorretas e também seu comportamento hostil diante delas.

Segundo Goethe, existiam três formas de manifestação do fenômeno cromático: as cores fisiológicas, as cores físicas e as cores químicas (GOETHE, 1993). As cores fisiológicas eram as que pertenciam aos olhos e que dependiam diretamente da sua capacidade de ação e reação. As cores físicas de Goethe eram aquelas cuja origem se devia a fontes de luz refletidas pelos objetos coloridos, hoje denominadas cores-luz. Por fim, as cores químicas eram aquelas dependentes das substâncias químicas que formam os objetos, hoje denominadas cores-pigmento.

As derivações do branco e do preto também foram equacionadas. Encontrado no mundo vegetal, através da combustão e do carvão, o preto é considerado por Goethe como menos primordial que o branco. Para ele, o branco, ao escurecer, tornava-se amarelo, e o preto, ao clarear, tornava-se azul e se intensificavam na medida em que se saturavam.

O círculo cromático de Goethe, mostrado na Figura 1.4, é um dos fundamentos de sua doutrina. Nele o azul e o amarelo, o verde e o púrpura estabelecem entre si uma relação de complementaridade e indicam as possibilidades de combinação entre as cores básicas, formando as cores intermediárias.

Figura 1.4 – O Círculo Cromático de Goethe.



Outro ponto de diferenciação entre as opiniões de Newton e Goethe diz respeito à cor verde. Goethe concordava com a visão dos meios artísticos de sua época, os quais tinham o verde como uma cor composta pela combinação do amarelo e do azul, e não uma cor simples, espectral, como defendia Newton.

Na verdade, os dois estavam corretos em suas afirmações. Por um lado, Newton discorria sobre as cores espectrais ou cores-luz, explicadas pela síntese aditiva, enquanto Goethe estudava as cores-pigmento, que sob a síntese subtrativa têm o amarelo e o azul produzindo o verde.

Com o trabalho da *Doutrina das Cores*, Goethe passa a fazer parte da galeria dos pesquisadores da cor como um importante estudioso. Dentre os pesquisadores de sua época, é o que exerce maior influência sobre os intelectuais e artistas contemporâneos na utilização dos princípios cromáticos.

Conceitos fundamentais da Ciência da Cor e da Teoria da Cor de Newton e Goethe

- 1) Isaac Newton fez importantes descobertas sobre a luz e a cor, através de um principal experimento com um prisma de vidro, onde mostra que a luz branca é formada por vários componentes de diferentes cores.
- 2) Os estudos sobre os aspectos físicos da cor foram definidos como a Ciência da Cor.
- 3) Goethe escreveu a Doutrina das Cores, motivado pelas diferenças metodológicas de observação dos fenômenos cromáticos em relação aos de Newton. Neste trabalho, concluiu que a luz era o ser mais simples, indivisível e homogêneo conhecido, contrariamente às conclusões de Newton.
- 4) Para Newton, a cor era puramente um fenômeno físico, enquanto que para Goethe, a cor era um fenômeno que também existia além da Física, agregando a estes a influência da fisiologia e da cultura humana na percepção visual cromática.

CHEVREUL E OS CONTRASTES SIMULTÂNEOS

Os trabalhos de Michel-Eugène Chevreul influenciaram intimamente as artes visuais dos séculos XIX e XX. Chevreul nasceu em Angers, França, em 1786 e viveu 103 anos. A fotografia mostrada na Figura 1.5 foi capturada por Paul Nadar, em comemoração ao aniversário de cem anos de Chevreul. Vê-se Chevreul ainda argumentando sobre seus pontos de vista com o amigo Félix Nadar, de costas.

Considerado um grande cientista na área da química, em 1824, aos 38 anos de idade, foi contratado como diretor do “Ateliê de Tinturaria” em Paris, como químico, com a difícil tarefa de melhorar a qualidade da produção em tapeçaria. Aquele era o departamento técnico de tinturaria, responsável por fornecer obras de tapeçaria, além de todos os materiais técnicos para as autoridades francesas oficiais.

Quase imediatamente Chevreul percebeu uma grande falha na qualidade do fornecimento da tinta preta e rapidamente concluiu que isto poderia não ser somente um problema químico dos procedimentos de tinturaria, mas também um problema ligado à percepção visual dos contrastes simultâneos. Este primeiro problema o habilitou a publicar, em 1839, o seu famoso livro “Da Lei do Contraste Simultâneo das Cores”. Neste livro, Chevreul mostra suas conclusões a partir de observações visuais de como duas cores podem parecer muito diferentes do que “realmente são”, se influenciando mutuamente. Segundo ele, esta influência mútua aconteceria a partir de suas cores complementares.

Outro trabalho importante de Chevreul foi sua classificação das cores com finalidade científica e prática na ajuda aos artesãos, o que resultou num mostruário com milhares de tons de cores em fios de lã e um hemisfério cromático tridimensional, mostrado na Figura 1.6.

A base circular do hemisfério consiste em cores organizadas em um círculo parecido com uma roda de bicicleta, como mostra a Figura 1.7.

Figura 1.5 – Chevreul se entretém com Félix Nadar. Foto Nadar, Paul (1856-1939). Acervo da Mídia-teca de Arquitetura e de Patrimônio - Ministério da Cultura (França).



Figura 1.6 –
Hemisfério de Cores
de Chevreul.

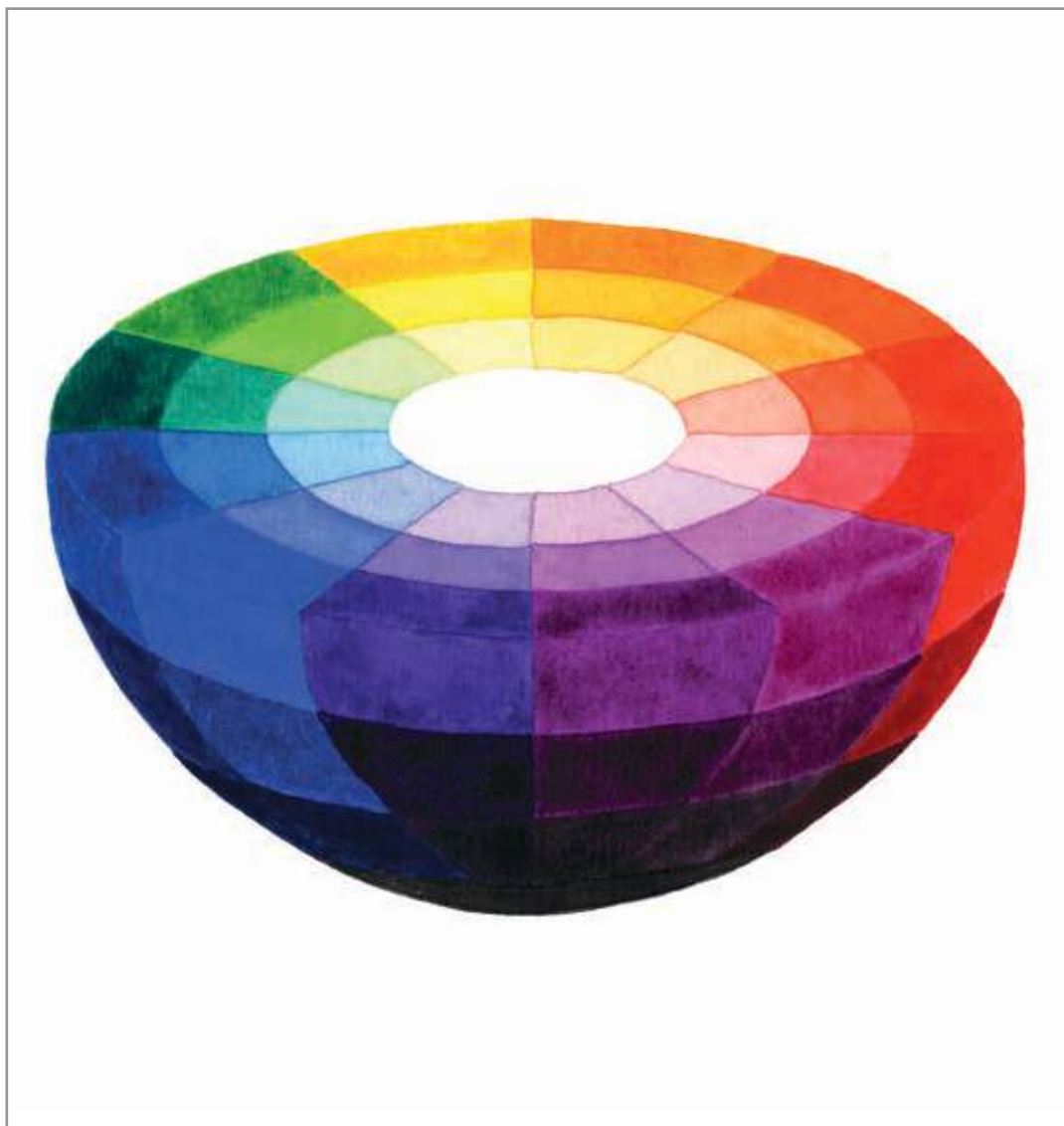




Figura 1.7 – Círculo Cromático de Chevreul.

Além disso, o mais detalhado catálogo de cores conhecido até hoje se deve a Chevreul, com mais de 20.000 tons classificados teoricamente, partindo das cores saturadas e suas misturas até o branco por degradação e o preto por rebaixamento. Este catálogo permitiu-lhe a construção de seu sólido de cores na forma de um hemisfério visto na Figura 1.6.

Ele idealizou este sólido de cor porque necessitava encontrar um sistema que o ajudasse a organizar suas amostras têxteis.

Sua principal obra relativa ao fenômeno do contraste simultâneo das cores, intitulada “Da Lei do Contraste Simultâneo das Cores” (CHEVREUL, 1855), procura explicar, em bases científicas, aquilo que muitos pintores já utilizavam intuitivamente. As chamadas leis de Chevreul foram amplamente promovidas, por parecerem uma espécie de chave para a solução dos problemas de harmonia cromática. Com isso, ele influenciou e facilitou a análise de muitas obras e artistas, entre os quais figuravam impressionistas e pós-impressionistas, que faziam questão de afirmar a influência de Chevreul em seus trabalhos.

Seurat e Signac, por exemplo, aplicavam a cor em pequenos pontos ou traços em vez de superfícies lisas, utilizando apenas as cores primárias (GAGE, 1999). Salpicavam as cores na quantidade justa à área desejada e deixavam o trabalho de juntá-las para a própria retina do observador. Assim acontecia com todas as cores compostas, tornando-as muito mais luminosas do que as prontamente aplicadas à tela.

O grande princípio de toda a obra deste químico brilhante resumia-se num único pensamento: “[...] quando colocamos uma cor qualquer sobre uma tela, não estamos colorindo somente aquela área mas toda a área restante da cor complementar a esta” (PEDROSA, 1982, p. 167).

Dentre as suas experiências com as cores, Chevreul definiu como a principal ideia os três tipos: o contraste simultâneo, o contraste sucessivo e o contraste misto, e também apresentou deduções de suas experiências com os contrastes. Baseado nessas experimentações, Chevreul desenvolveu um método para facilitar a percepção, chamado Método de Observação, estabelecido segundo uma tabela de combinações, que descreviam as influências sofridas pelas cores quando colocadas próximas de outras, como se pode perceber no Quadro 1.1.

Segundo o princípio de Chevreul, quando duas cores são colocadas próximas, há influência recíproca de suas cores complementares. O Quadro 1.1 mostra o método de observação de Chevreul com o resultado de cada cor quando colocada próxima de outra. Por exemplo, quando o vermelho é colocado próximo ao laranja, recebe influência de sua cor complementar (o azul), inclinándose para o violeta. O mesmo acontece com o laranja, que influenciado pelo vermelho, inclina-se para o amarelo.

Além disso, Chevreul também enumerou leis gerais, tais como: “Todas as cores aumentam de valor sobre um fundo branco, aumentando também, ligeiramente, seu brilho” (CHEVREUL, 1855). Para ele, colocar branco ao lado de uma cor seria destacá-la e colocar

Cores experimentadas	Modificações observadas	Cores experimentadas	Modificações observadas	Cores experimentadas	Modificações observadas
	Inclina-se para o violeta Inclina-se para o amarelo		Inclina-se para o vermelho Inclina-se para o azul		Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o violeta
	Inclina-se para o violeta Inclina-se para o verde		Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o azul		Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o vermelho
	Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o verde		Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o índigo		Inclina-se para o verde Inclina-se para o violeta
	Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o azul		Inclina-se para o laranja Inclina-se para o azul		Inclina-se para o verde Inclina-se para o vermelho
	Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o índigo		Inclina-se para o laranja Inclina-se para o índigo		Inclina-se para o azul Inclina-se para o vermelho
	Inclina-se para o vermelho Inclina-se para o verde		Inclina-se para o amarelo Inclina-se para o índigo		

Quadro 1.1 – Método de Observação de Chevreul.

cinza ao lado de uma cor é torná-la mais brilhante. Da mesma maneira, o preto apagava todas as cores que lhe eram colocadas próximas.

Como um verdadeiro neoclássico, Chevreul adorava os cinzas, e atribuía um importante papel ao branco e ao preto na harmonia cromática. Em seus trabalhos ele escreveu que os cinzas promovem contrastes de valor e não de tom, o que resulta em efeitos de contrastes simultâneos mais poderosos. Por isso, o brilhante pintor e gravurista Delacroix e o pintor de cinzas Ingres aderiram prontamente às suas ideias.

Os três fenômenos de contraste descritos por Chevreul são englobados pela ciência contemporânea dentro da denominação genérica de cores de contraste. Os fenômenos cromáticos estudados e demonstrados podem parecer bastante óbvios, mas a causa deles ainda permanece um mistério dentro da ciência.

Conceitos fundamentais vindos das experiências de Michel-Eugène Chevreul

- 1) O mais importante conceito dos trabalhos de Michel-Eugène Chevreul é a certeza da relação mútua entre as cores, não somente quando colocadas lado a lado.
- 2) Com seus experimentos, Chevreul mostrou que para colocar uma cor em qualquer suporte, devemos pensar na influência da cor complementar desta em todo o seu entorno.
- 3) Chevreul definiu três tipos de contrastes que podem acontecer quando as cores dividem o mesmo espaço: o simultâneo, o sucessivo e o misto.
- 4) Colocar branco ao lado de uma cor é destacá-la.
- 5) Colocar cinza ao lado de uma cor é torná-la brilhante.
- 6) O preto apaga todas as cores que lhe são próximas.

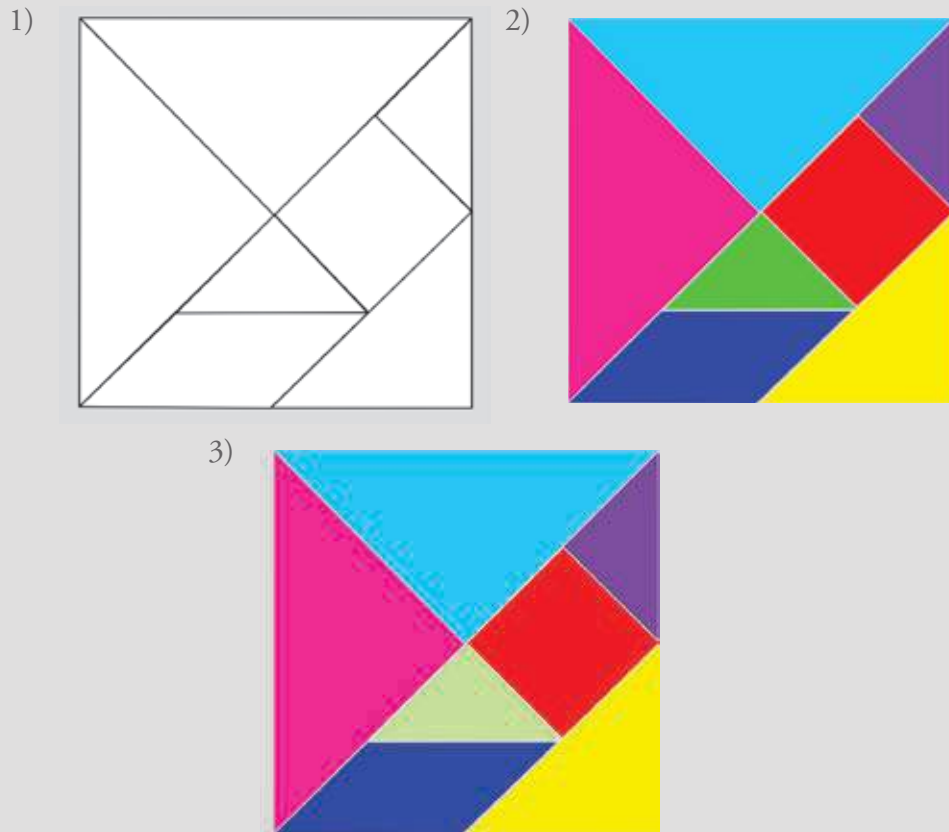
ATIVIDADE #2

MOVIMENTANDO AS FAIXAS DO ESPECTRO

Objetivo: perceber a relação entre as cores colocadas em um mesmo suporte quando alteramos apenas uma delas.

Material: papel para guache, tinta guache em diversas cores, pincéis.

Descrição: desenhar duas imagens idênticas em cor e forma. Na segunda, colocar branco na cor de uma das formas, de preferência no centro. Observar as duas, lado a lado, percebendo que, quando se interfere em qualquer cor, se interfere também em todas as suas relações com as outras cores da mesma imagem.



AVANÇOS NA TEORIA

Além dos autores já citados, outros também tiveram efetiva contribuição nos estudos das relações cromáticas, da visão cromática e da definição de um método de medida das cores.

Em 1801, Thomas Young movimentou as pesquisas em torno da cor no *Royal Institute of London*. Médico, fisiologista, físico, linguista e egiptologista, Young foi o primeiro a formular a hipótese de que a visão cromática é baseada na presença de três diferentes órgãos sensíveis à luz. Esta ideia é chamada teoria tricromática da visão cromática e inaugura a chamada óptica fisiológica.

A teoria tricromática é retomada pelo físico, fisiologista, matemático e musicólogo alemão Hermann Ludwig Ferdinand von Helmholtz. Helmholtz e seus colaboradores, dentre eles Arthur König, recolheram dados sobre a influência das diferentes cores nas três categorias de fibras nervosas (os chamados cones) da retina. Estes dados resultaram em curvas representativas que são divididas de acordo com as espécies de fibras: as pertencentes ao primeiro tipo apresentam-se energeticamente estimuladas pela luz vermelha, as do segundo tipo são muito sensíveis à ação da luz verde e as fibras do terceiro tipo são facilmente sensibilizadas pela luz azul.

A influência do trabalho de Helmholtz e seus colaboradores na Teoria da Cor atual foi muito significativa. A produção e a reprodução de todas as cores naturais em televisão, fotografia ou impressão gráfica podem ser obtidas através destes princípios, fundamentados na existência de três tipos de receptores visuais destinados à captação das seguintes luzes coloridas primárias: vermelho (R: *red*), verde (G: *green*) e azul (B: *blue*).

Porém, a teoria tricromática pelas mãos de Helmholtz não ficaria sem oposição. As mais consistentes opiniões contrárias às ideias de Helmholtz vieram dos círculos que têm o lado psicológico da cor em alta consideração. O líder nestes círculos foi Edwald Hering, que estabeleceu uma diferença existente entre as cores primárias percebidas e as cores primárias que funcionam como estímulo. Nas cores-luz seriam estímulos: o vermelho, o verde e o azul e; nas cores-pigmento opacas seriam: o vermelho, o amarelo e o azul, mesmo sabendo da inexistência de receptores retiniais específicos para o amarelo.

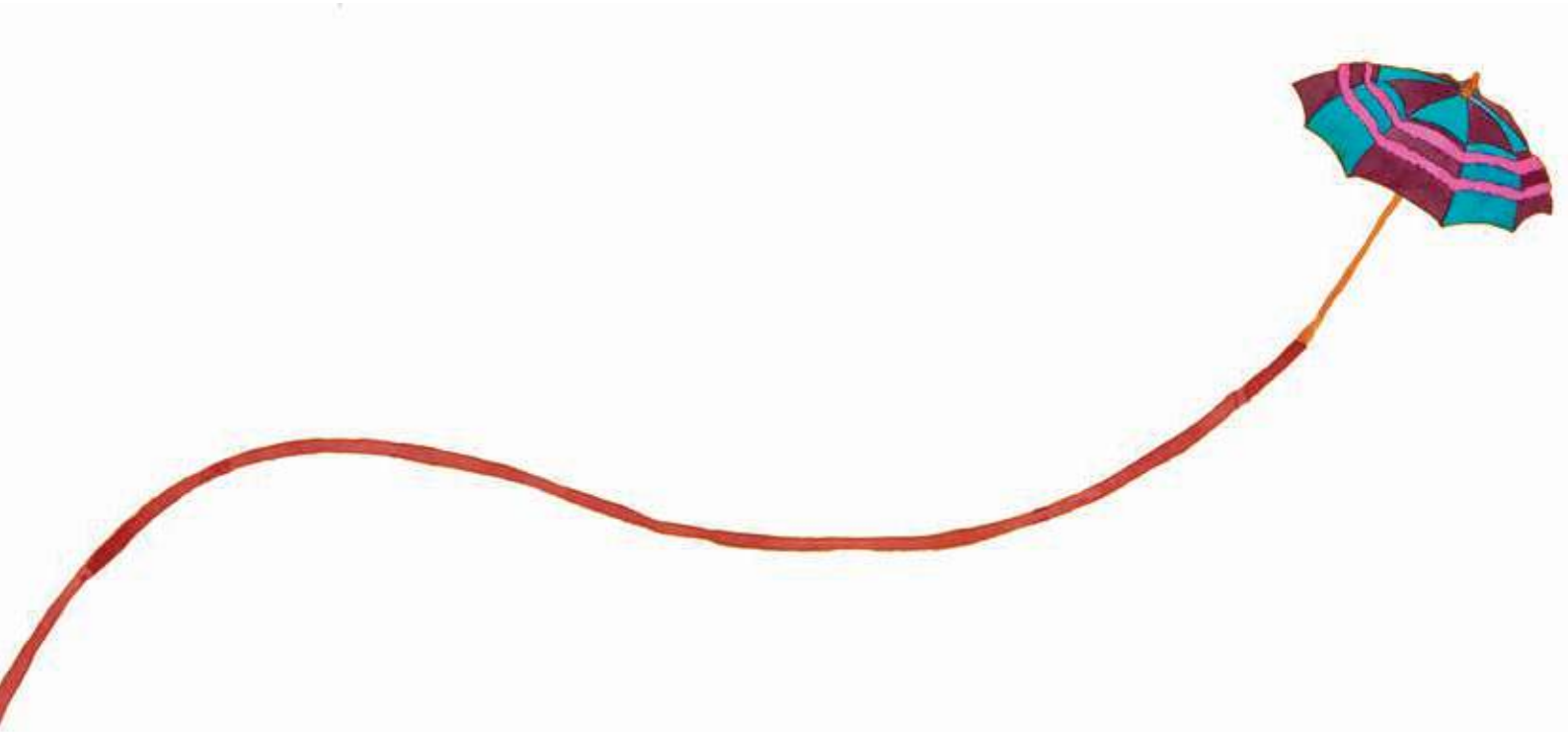
Por um longo tempo, os simpatizantes das teorias relacionadas a Helmholtz e os simpatizantes das opiniões de Hering ficaram assim divididos. Mais tarde ficou provado que a fusão das partes mais importantes de ambas as teorias era a única solução, isto é, os processos na retina atuavam de acordo com a teoria tricromática, através da qual se produziria a sensação

cromática, enquanto que a teoria de Hering estaria inserida na série de processos pelos quais se produziria a percepção cromática.

O método de redução de cores surge paralelamente com o físico escocês James Clerk Maxwell, o primeiro a determinar experimentalmente as funções de combinação de cores ou valores triestímulos para o espectro visível e que reproduziu em 1859 uma imagem em cores por síntese aditiva. Para a realização de qualquer processo tricromático, tem-se inicialmente que proceder a seleção de cores, através da decomposição nas três cores primárias. As primárias instrumentais de Maxwell foram as radiações monocromáticas de comprimento de onda 631nm (vermelho), 526nm (verde) e 457nm (azul). As teses de Maxwell no campo da óptica fisiológica complementaram os trabalhos de Young e Helmholtz, mas, segundo Bouma (1971), seus resultados foram esquecidos mediante dados mais completos obtidos por König.

A busca da compreensão dos fenômenos cromáticos sempre foi uma constante no trabalho de grandes pesquisadores, formando o que conhecemos hoje por Teoria da Cor. A importância da compreensão desta teoria se traduz não só na produção artística, como também na utilização das cores como linguagem simbólica na propaganda, na comunicação visual, na indústria, na comercialização de corantes, e muitas outras.





Os Aspectos Físicos da Cor: Organizando o Mundo Colorido



A aparição da cor nos objetos, às vezes, nos parece magia. Assim, magicamente, tem-se também tendência a utilizá-la. Um profissional não pode pensar assim. Ele precisa entender que a “magia” da aparição das cores nos objetos deve ser estudada em seus vários aspectos para que possa lançar mão de sua construção perceptiva em seus projetos.

Os primeiros aspectos que se deve considerar nos estudos sobre a cor são os aspectos físicos da aparição da cor, que compreendem, entre outros, os conhecimentos sobre a trajetória luminosa da fonte para o objeto e daí para os nossos órgãos visuais. Isto significa que se trata da aparição da cor ainda sem a interpretação do ser humano.

Entender a cor através de seus aspectos físicos é entendê-la pelo lado da física e também através da sua lógica matemática de possíveis organizações em modelos topológicos. A tentativa de organização das cores em sólidos de cor é importante para o *design*, pois providencia uma visão macro das cores e suas posições em relação às cores primárias saturadas, aos seus matizes, valores e distâncias perceptivas.

Os aspectos físicos da cor são importantes também para o entendimento, por um lado, de certa materialidade e, por outro, para visualizar os sólidos de cor no âmbito da própria percepção cromática.

Para isso, este capítulo apresenta três itens, sendo o primeiro sobre a Radiação Luminosa, o segundo sobre a formação da principal organização das cores, o Círculo Cromático, e por último os Sistemas Cromáticos Ordenados, onde se trata dos modelos topológicos mais significativos que organizam as cores através de uma determinada lógica.

Saber sobre como acontece a luz, como ela toca os objetos e o que se percebe a partir dos raios refletidos é importante para a colocação da cor nos projetos de *design*, porque é importante diferenciá-la da interpretação do ser humano antes de analisar os efeitos psicológicos desta, colocada fisicamente numa parede de um ambiente comercial por exemplo.

Os diferentes círculos cromáticos proporcionam uma primeira organização do universo visual cromático, auxiliando na visualização das contradições, paradoxos e complementaridades.

A noção da organização do espaço cromático em sólidos de cor é importante para a colocação da cor em projetos, por dar uma visão específica das distâncias perceptivas entre as cores saturadas e suas diversas possibilidades de valores, assim como suas diferenças na definição de seus matizes. Importante também são os sólidos de cor para a primeira noção da construção da identidade de cada cor, pois eles localizam todas as variáveis físicas possíveis para cada cor.

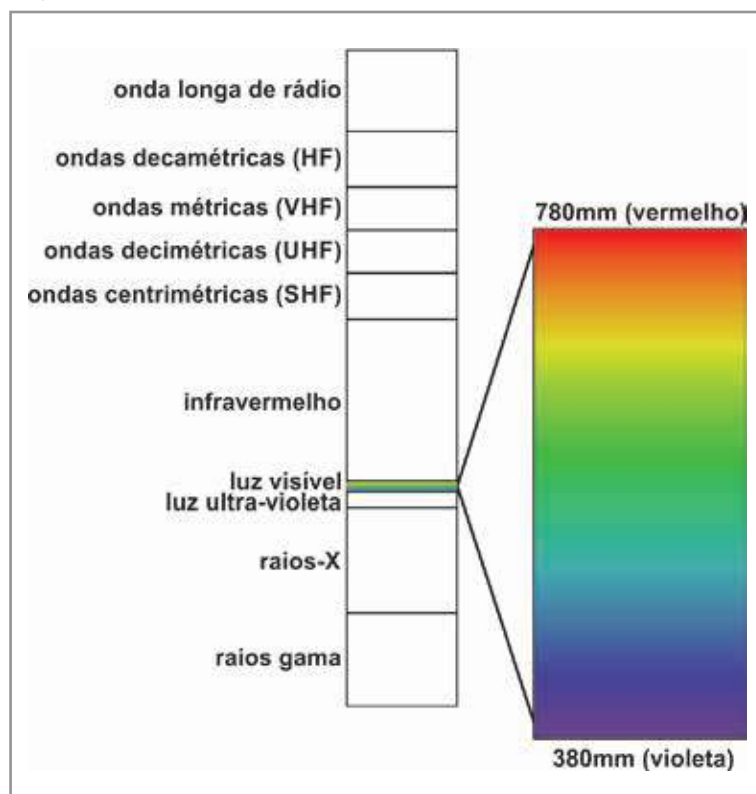
RADIAÇÃO LUMINOSA

Neste item apresenta-se a luz e suas propriedades em relação aos objetos coloridos. Para isso estudam-se as teorias que a definem e os estímulos físicos causadores da sensação cromática nos objetos.

Fisicamente, a cor é definida como uma sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz, isto é, ainda sem a interpretação humana. Ondas de luz alcançam os olhos através de uma transmissão (da fonte de luz para o objeto, e deste para o observador) ou quando o objeto é a própria fonte de luz, resultando na sensação cromática.

Todos os corpos quentes emitem radiação eletromagnética. Consideram-se como quentes quaisquer corpos com a temperatura acima de -273 graus Celsius (zero absoluto). Apenas uma pequena parte desta radiação eletromagnética é visível, como mostra a Figura 2.1.

Figura 2.1 – Pequena faixa do espectro eletromagnético, na qual conseguimos distinguir as cores.



A Física se divide primeiramente em três disciplinas para estudar a luz: a óptica geométrica, onde a trajetória dos raios luminosos é tratada independentemente da natureza da luz, a óptica física, onde a interpretação dos fenômenos associados à natureza da luz é fundamentada nas radiações eletromagnéticas e, finalmente, a óptica quântica, onde a interpretação dos fenômenos associados à natureza da luz é fundamentada na teoria quântica, considerando a luz como formada por partículas. Estas partículas têm quantidades determinadas de energia (*quantum*).

Conforme as circunstâncias, podemos nos referir à luz como ondas (óptica física) ou partículas (óptica quântica). Esses termos aparentemente contraditórios definem a luz como uma entidade física que não pode ser comparada a fenômenos físicos simples.

As várias teorias sobre a emissão e propagação da luz, como as de Newton, Max Planck, Maxwell

e Hertz, complementam-se criando condições para os estudos das ópticas ondulatória e corpuscular. As duas concepções explicam diversos fenômenos, de tal modo que não podemos definir a luz como exclusivamente qualquer uma delas. Adota-se hoje, então, o conceito de luz como uma dualidade de propriedades ondulatórias e corpusculares.

Pensando somente pelo lado da física, a interação entre a luz e o objeto gera o fenômeno da cor percebida nos corpos. A luz incide sobre os átomos componentes das substâncias, interagindo e gerando a coloração dos objetos. A capacidade de absorver, refratar ou refletir determinados raios luminosos incidentes nos objetos os faz coloridos. Assim, não podemos dizer que as substâncias possuem cor, mas sim somente esta capacidade.

Além disso, existem muitos tipos de fontes de luz, tais como a luz de sódio ou as luzes incandescentes, mas a luz do sol ou a luz branca do dia parece ser a ideal para se estudar a cor, por possuir um espectro mais amplo.

As propriedades físicas específicas da luz do sol fazem dela especialmente interessante e nos leva novamente a Newton. Como já foi visto, Isaac Newton trabalhou com a luz do sol, dividindo-a em raios de luz componentes, distinguíveis pelos olhos e também por suas propriedades físicas. Esses componentes são hoje denominados radiações monocromáticas. Esta monocromaticidade é referida fisicamente para um comprimento de onda fixo e absoluto. A menos de transições eletrônicas, o que geralmente se apresenta são radiações com certa largura em comprimento de onda, englobando também comprimentos de onda vizinhos. Quanto mais monocromática uma luz, menor a largura da distribuição de comprimentos de onda. Essas radiações não podem ser divididas novamente em componentes com propriedades diferentes.

Para os olhos, as radiações monocromáticas são distinguidas pelas sensações cromáticas que elas evocam, formando a conhecida série das cores espectrais observadas no arco-íris: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil, violeta e todos os matizes intermediários. Fisicamente estas radiações monocromáticas são distinguidas por propriedades que as caracterizam. Newton descobriu nestas propriedades uma relação com a mudança de direção sofrida pelas várias radiações monocromáticas quando passavam do ar para o vidro do prisma. Ele as diferenciou, então, pelos seus índices de refração.

As radiações monocromáticas também foram diferenciadas umas das outras através de três propriedades que as caracterizam: frequência (ν), tempo (período) (T) e comprimento de onda (λ), relacionadas entre si. O comprimento de onda está ligado intimamente a uma determinada radiação monocromática, gerando o nome da cor específico. Entretanto, o comprimento de onda é uma quantidade puramente física, podendo ser medida objetivamente com grande precisão.

Quadro 2.1 – Radiações monocromáticas relacionadas aos seus específicos nomes.

λ (nm)	(nm)
380	
436	violeta
495	azul
566	verde
589	amarelo
627	laranja
780	vermelho

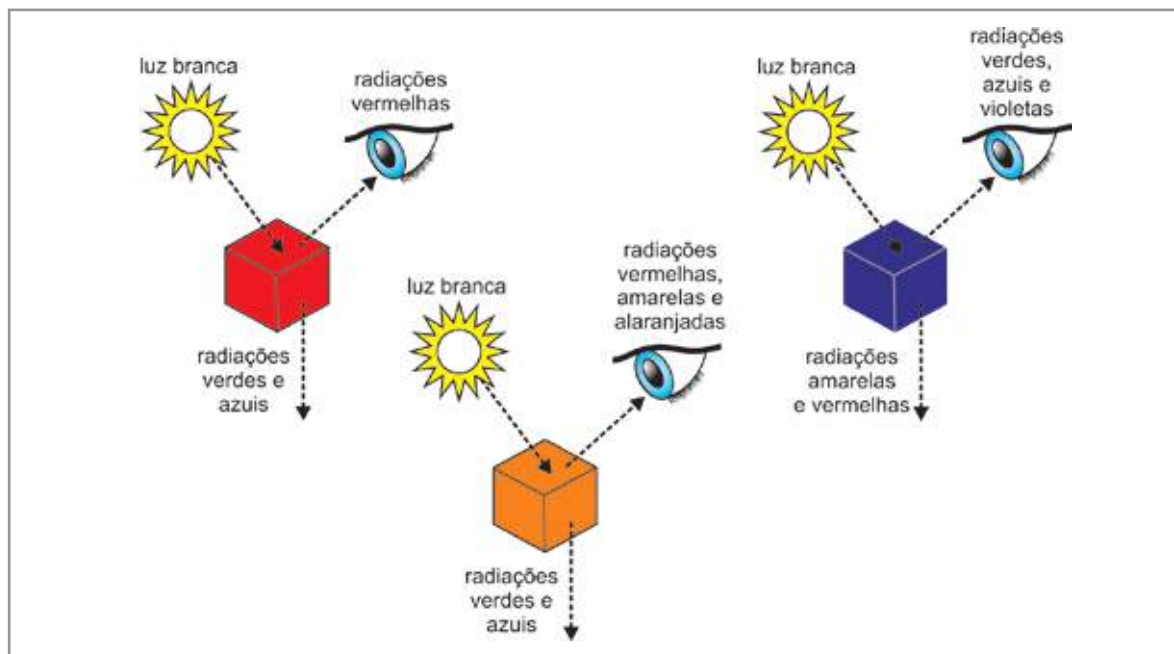
Sabe-se que o nome da cor não depende somente dos aspectos físicos relacionados, pois é um processo também ligado ao aparelho fisiológico visual e aos aspectos culturais de cada indivíduo. O Quadro 2.1 é uma média entre muitos observadores.

Como se pode ver na Figura 2.1, as radiações monocromáticas menores de 380nm são invisíveis para os nossos olhos e chamadas radiações ultravioletas, enquanto que as maiores de 780nm são também invisíveis e chamadas radiações infravermelhas.

Na Teoria da Cor, considera-se apenas a região visível do espectro eletromagnético, ou seja, a região entre 380nm e 780nm. Se uma radiação monocromática incide sobre os objetos, ela é em parte refletida, e a luz refletida incide em parte nos nossos olhos. Quando refletidas, o comprimento de onda e, conseqüentemente, a cor da luz permanecem inalterados.

Quando se ilumina dois diferentes objetos com um mesmo tipo de luz e nota-se uma diferença de cor, isso quer dizer que os dois objetos têm diferentes distribuições de energia espectral da fonte de luz. Como se pode observar na Figura 2.2, dependendo das características físicas do objeto, ele pode parecer vermelho se refletir somente os raios vermelhos dentre todos os componentes da luz do sol, sendo o resto do espectro fracamente refletido.

Figura 2.2 – Cada radiação monocromática emitida pela fonte de luz é em parte refletida pelo objeto que alcança os nossos órgãos visuais.



Da mesma forma, pode parecer laranja um objeto que reflete a radiação vermelha, laranja e parte da amarela. O objeto com aparência azul reflete somente as radiações violeta, azul e parte da verde (não reflete a parte vermelha e amarela do espectro). Isto quer dizer que a parte da luz incidente no objeto e não refletida é absorvida e pode ser transformada em calor.

O chamado estímulo físico é emitido por uma fonte energética direta (luz colorida), ou por dispersão dos raios luminosos da luz branca. A transformação da luz branca em luz colorida é atribuída a três causas: natureza dos átomos e disposição dos átomos na molécula (onde a coloração resulta da absorção e reflexão diferenciada dos raios coloridos componentes da luz branca incidente sobre a substância. Trata-se de coloração influenciada pela composição e estrutura química dos corpos (as chamadas cores-pigmento) e a posição da molécula no espaço (fenômenos de dispersão, de interferência e de polarização cromáticas – as chamadas cores-luz).

COR-PIGMENTO

A cor-pigmento é a substância material constituinte do objeto e é denominada de acordo com a sua natureza química. Ela pode absorver, refratar ou refletir os raios luminosos componentes da luz incidente. Por exemplo, um corpo é chamado de vermelho porque tem a capacidade de absorver quase todos os raios da luz branca incidente, refletindo para os nossos olhos apenas a totalidade dos vermelhos. A este processo dá-se o nome de síntese subtrativa.

As chamadas cores-pigmento equivalem às substâncias corantes que fazem parte do grupo das cores químicas de Goethe. Ele afirmava serem essas cores as que podemos criar, fixar em maior ou menor grau e exaltar em determinados objetos (GOETHE, 1993).

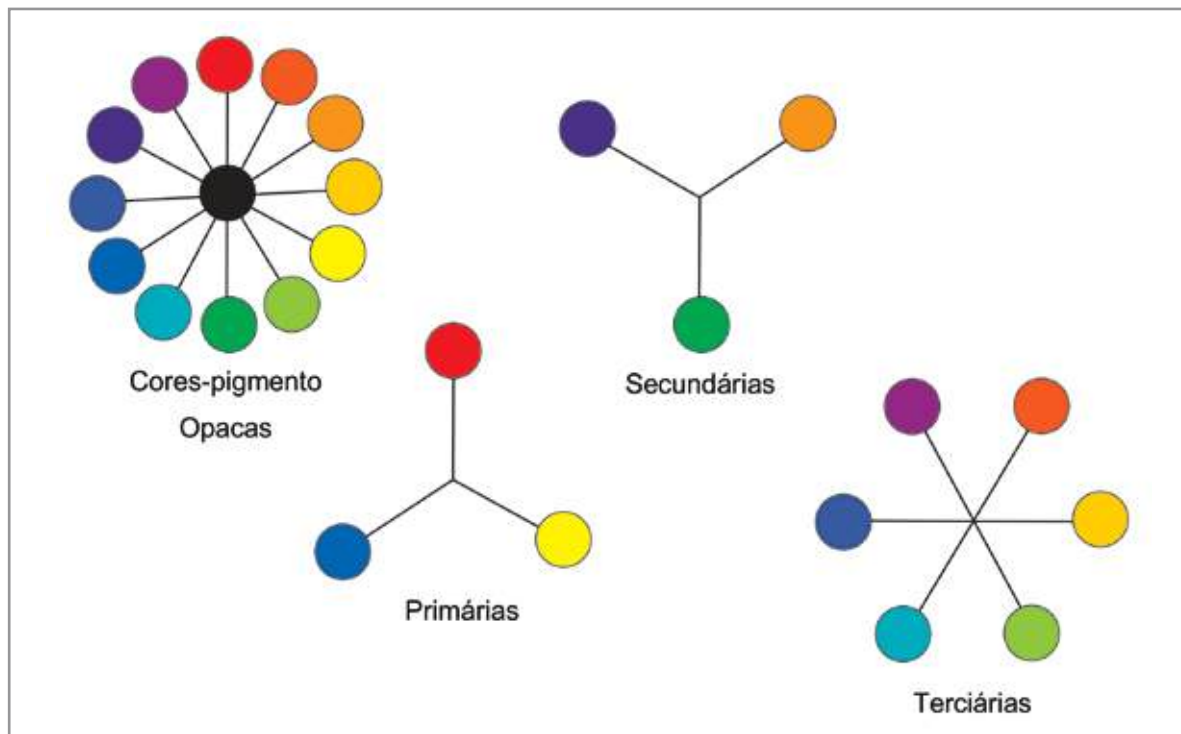
A classificação das cores, segundo suas características e formas de manifestação, foi feita através de dados referentes à sensação e principalmente à percepção cromática. Um dos conceitos mais importantes definidos nesta classificação é o das cores primárias. A cor primária é assim denominada por ser cada uma das três cores indecomponíveis. Quando misturadas em proporções variáveis produzem todas as cores do espectro visível. Existem dois conjuntos de cores-pigmento com suas respectivas cores primárias ou geradoras, e o processo de obtenção da mistura desses dois conjuntos de cores é o mesmo já definido como síntese subtrativa.

O primeiro conjunto de cores-pigmento é utilizado principalmente pelos artistas e todos os que trabalham com substâncias corantes opacas, por isso são denominadas cores-pigmento

opacas. Este conjunto de cores foi construído culturalmente, portanto tem uma grande força de construção simbólica. As cores primárias indecomponíveis desse conjunto são o vermelho, o amarelo e o azul, sendo a síntese subtrativa da mistura das três o preto, como mostra a Figura 2.3. Diz-se que a construção desta tríade é cultural e tem esta força simbólica porque o vermelho, por exemplo, não funciona como uma cor primária química, isto é, quimicamente ainda pode-se dividir o vermelho em duas outras cores (amarelo e magenta), mas culturalmente o vermelho tem força de cor primária. Do mesmo modo, a mistura das três cores primárias que definem este conjunto não tem como resultado a cor preta, mas sim o chamado cinza neutro, pois não é possível, quimicamente, a obtenção da cor preta através da mistura de três cores primárias construídas culturalmente.

Os processos para o resultado de qualquer sensação cromática nesta tríade específica de cores-pigmento são dois: a mistura óptica das luzes refletidas por pequenos pontos colocados muito próximos uns dos outros, como utilizavam os impressionistas pontilhistas, e a mistura dessas mesmas luzes coloridas refletidas pelos pigmentos, colocados em discos rotativos.

Figura 2.3 – Cores-pigmento opacas primárias, secundárias e terciárias.



O segundo conjunto de cores-pigmento é chamado de cores-pigmento transparentes e é utilizado nas artes gráficas, pintura em aquarela ou por transparência em retículas, principalmente por gozarem de certa confiança química (Figura 2.4).

As cores primárias para este conjunto são o magenta, o amarelo e o ciano. A mistura destas três cores, assim como a sobreposição destes três filtros coloridos interceptando a luz branca, produz igualmente o cinza-neutro por síntese subtrativa.

O grande destaque na relação entre as cores-pigmento é que, na prática, o preto não pode ser obtido através da síntese subtrativa das três cores-pigmento primárias opacas ou transparentes. No caso das cores-pigmento primárias opacas (vermelho, amarelo e azul), o preto (que teoricamente é o resultado da mistura das três) só ocorreria se o amarelo absorvesse completamente as outras faixas coloridas da luz branca incidente e refletisse somente a soma do verde e do vermelho ($G + R$), e o mesmo acontecesse com o vermelho e com o azul. Como isso não ocorre na realidade, quer dizer, como não existem tintas amarelas, vermelhas e azuis “perfeitas”, o que acontece na soma delas é um cinza-neutro, equidistante das cores originais.

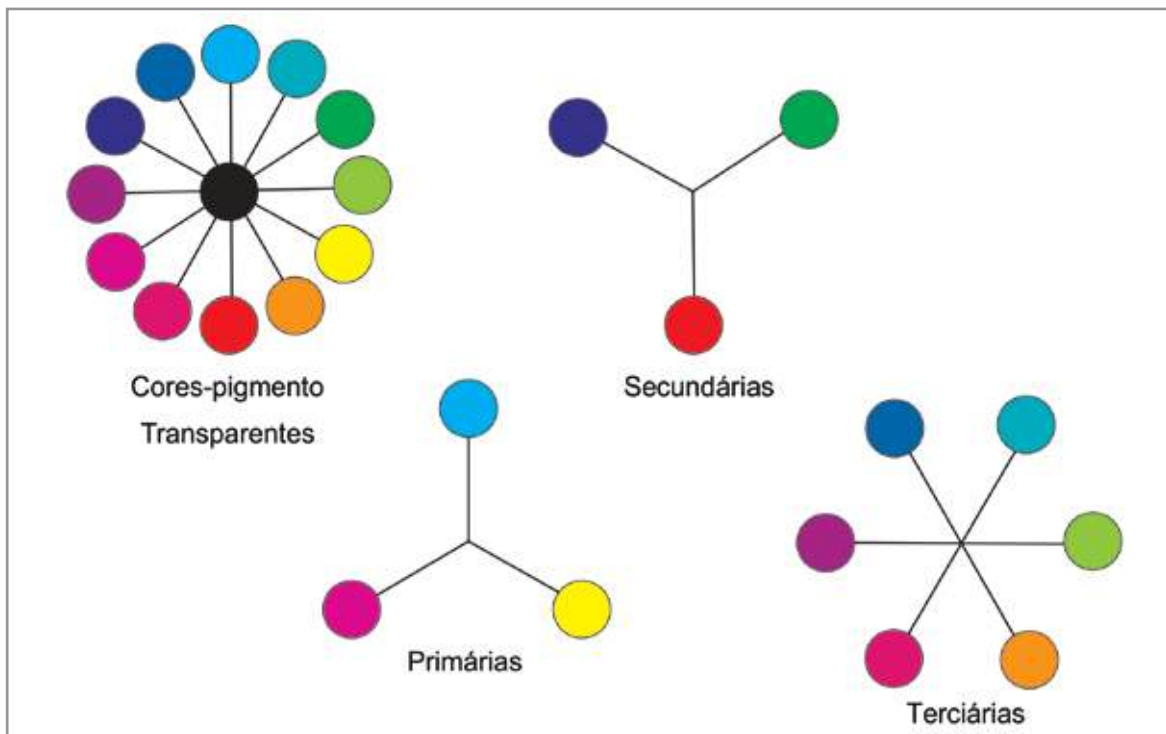


Figura 2.4 – Cores-pigmento transparentes primárias, secundárias e terciárias.

Seguindo a mesma lógica, os objetos brancos têm o mesmo problema. Não se consegue uma tinta industrializada capaz de refletir absolutamente todos os raios da luz branca incidente, gerando pequenas reflexões coloridas, apesar de parecerem ter a mesma distribuição de energia espectral que a luz emitida diretamente da fonte.

COR-LUZ

A cor-luz é o intervalo visível do espectro eletromagnético e tem como resultado da mistura das três cores primárias a luz branca. O estímulo da cor-luz é obtido de duas formas: pode ser emitido por uma fonte de luz monocromática, ou obtido por dispersão dos raios luminosos de luz não monocromática.

As chamadas cores-luz primárias ou cores primárias aditivas são o vermelho (*Red*), o verde (*Green*) e o azul-violetado (*Blue*), como mostra a Figura 2.5.

Para melhor compreender as cores-luz primárias, consideram-se três projetores: um para a luz vermelha, um para a verde e outro para a azul. Além disso, deve-se dispor de um anteparo branco que possa refletir totalmente (ou quase) a luz.

Quando as três projeções coincidem entre si sobre o anteparo branco e em quantidades (intensidades) luminosas rigorosamente iguais, o resultado será o branco.

A partir da mistura dessas três cores projetadas, modificando a intensidade relativa dos projetores, é possível obter um grande número de cores. Neste caso, nossos olhos estão adicionando as luzes vindas dos três projetores para produzir as diferentes sensações de cor. Este processo que acompanha as cores-luz é chamado síntese aditiva. As secundárias magenta, amarelo e ciano são o resultado da soma de dois dos projetores de luzes primárias. Onde, por exemplo, o vermelho (primária) e o verde (primária) estão sobrepostos, haverá como resultado a sensação de amarelo (secundária). Do mesmo modo o azul somado ao verde produz ciano.

A mistura de uma cor primária (vermelho, verde ou azul) com uma cor secundária (amarelo, magenta ou ciano), formada a partir das duas cores primárias restantes, resulta por síntese aditiva na luz branca. Por exemplo, a mistura da luz vermelha (primária) com a luz ciano (síntese da luz verde e azul) produz o branco. Estes pares de cores são chamados complementares (vermelho/ciano, verde/magenta e azul/amarelo). Como acontece também com as cores-pigmento, a síntese das cores-luz primárias não produz na prática o branco puro, pois não se consegue fontes de luz primárias (R, G e B) absolutamente puras.

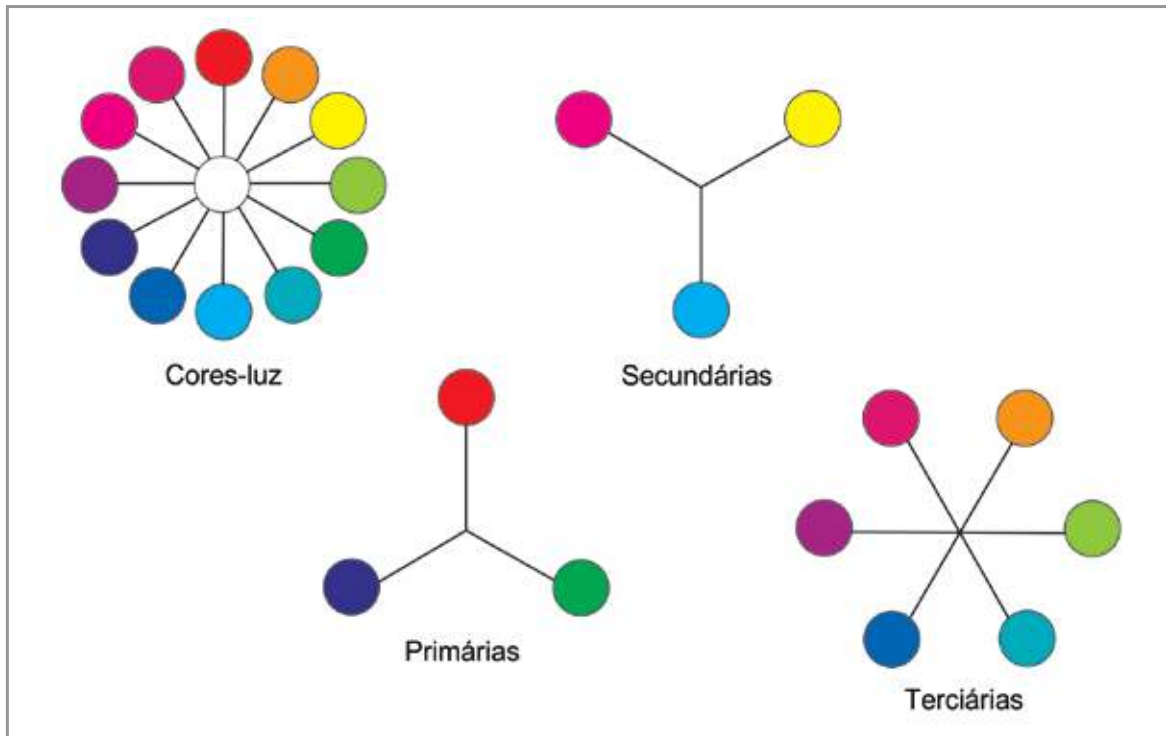


Figura 2.5 – Cores-luz primárias, secundárias e terciárias.

Conceitos fundamentais a partir dos aspectos físicos da cor

- 1) Os aspectos físicos da cor compreendem os conhecimentos sobre a trajetória luminosa da fonte para o objeto e daí para os nossos órgãos visuais.
- 2) Os aspectos físicos tratam da aparição da cor ainda sem a interpretação do ser humano.
- 3) Fisicamente, a cor acontece porque ondas de luz alcançam os olhos através de uma transmissão da fonte de luz para o objeto, e deste para o observador ou quando o objeto é a própria fonte de luz.
- 4) Conforme as circunstâncias, podemos nos referir à luz como ondas (óptica física) ou partículas (óptica quântica).
- 5) A luz do sol se divide em raios de luz componentes denominados radiações monocromáticas.
- 6) A região visível do espectro eletromagnético está entre 380nm e 780nm.
- 7) A cor-pigmento é a substância material constituinte do objeto e é denominada de acordo com a sua natureza química. Ela pode absorver, refratar ou refletir os raios luminosos componentes da luz incidente, por síntese subtrativa.
- 8) A cor primária é cada uma das três cores indecomponíveis. Quando misturadas em proporções variáveis, produzem todas as cores do espectro visível.
- 9) Existem dois conjuntos de cores-pigmento com suas respectivas cores primárias: as cores-pigmento opacas (vermelho, amarelo e azul) e as cores-pigmento transparentes (magenta, ciano e amarelo). A mistura das três cores primárias, neste caso, produz o cinza-neutro por síntese subtrativa.
- 10) A cor-luz é o intervalo visível do espectro eletromagnético. Suas cores primárias são o vermelho (*Red*), o verde (*Green*) e o azul-violetado (*Blue*), cuja mistura resulta na luz branca por síntese aditiva.

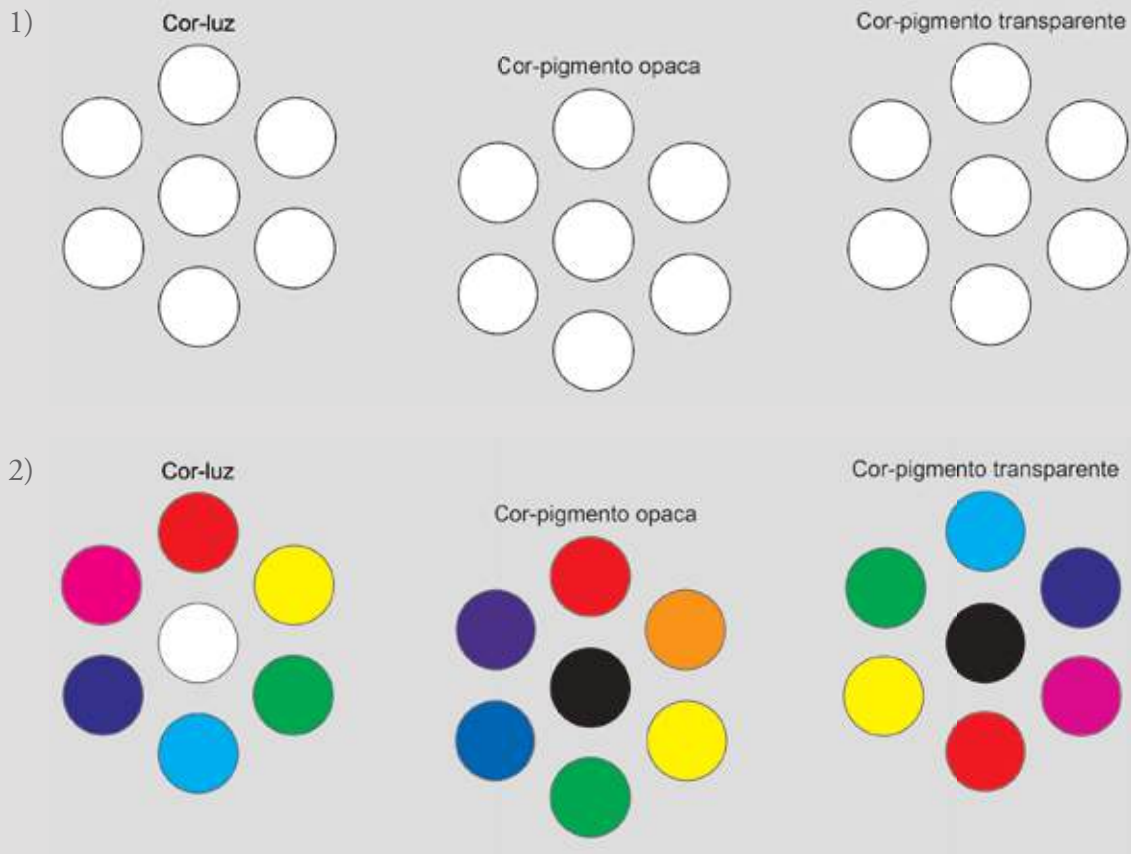
ATIVIDADE #3

TRÍADES

Objetivo: visualizar as cores primárias, secundárias e suas misturas distribuídas nos três estímulos: cor-pigmento opaca, cor-pigmento transparente e cor-luz.

Material: folha de papel para guache A3, tintas guache nas cores magenta, ciano, amarelo, branco e preto, pincéis.

Descrição: pintar as três tríades de cores primárias de acordo com a teoria que define as cores-pigmento opacas e transparentes e as cores-luz.



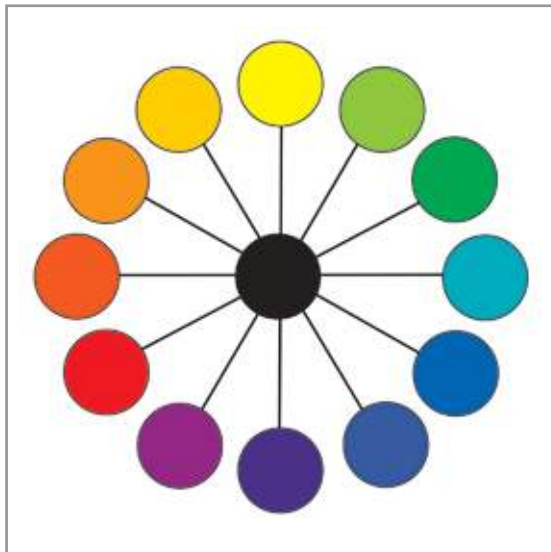
OS CÍRCULOS CROMÁTICOS

Tanto as cores-pigmento quanto as cores-luz são primeiramente organizadas em tríades de cores primárias, como foi visto no item anterior, que vão gerar os chamados Círculos Cromáticos, quando a essas tríades se somam as cores secundárias e as terciárias.

O Círculo Cromático é a primeira organização do numeroso e complexo mundo visual colorido. É um instrumento importante para o *designer* porque organiza a visualização das possibilidades cromáticas, além de mostrar também a localização das cores, como as vizinhas (também chamadas análogas), as contrárias (também chamadas contrastantes ou complementares), as harmonias geométricas (em triângulos, quadrados ou hexágonos) e outras combinações de cores, utilizadas para se pensar a harmonia cromática aplicada aos projetos.

Os profissionais atualmente têm três opções de formação do Círculo Cromático para utilizar na organização e aplicação das cores em seus projetos. Todos eles são baseados em três cores primárias, podendo se desenvolver de forma diferente, de acordo com o conjunto de cores primárias eleito.

Figura 2.6 – Círculo cromático de cores-pigmento opacas.



A Figura 2.6 mostra o Círculo Cromático baseado na tríade de primárias em cores-pigmento opacas. Suas cores primárias são o vermelho, o amarelo e o azul, as secundárias são o laranja, o verde e o roxo. A mistura das três cores primárias se encontra no centro do círculo, resultando teoricamente na cor preta.

A escolha das cores primárias que se vai utilizar na geração do Círculo Cromático é importante porque as possibilidades de combinações estarão atreladas a este Círculo. O Círculo Cromático gerado a partir das cores-pigmento opacas primárias vermelho, azul e amarelo é bastante utilizado por ter sido construído culturalmente, isto é, este Círculo vem sendo utilizado historicamente há muitos anos e, conseqüentemente, é o mais presente visualmente em pinturas, exemplos de combinações de cores e até em apostilas de ensino fundamental.

O Círculo Cromático gerado a partir das cores-pigmento primárias transparentes é também bastante utilizado por se tratar de cores quimicamente confiáveis, isto é, apesar de suas primárias não serem construídas culturalmente como primárias, na hora

da mistura, o resultado é mais próximo da realidade esperada. Para os profissionais este fato é muito importante, pois a indústria geradora dos materiais necessita da precisão deste Círculo Cromático, mostrado na Figura 2.7.

O Círculo Cromático gerado a partir das cores-luz e mostrado na Figura 2.8, em suas primárias R (*red*), G (*green*) e B (*blue*), é utilizado principalmente para se pensar cores em *websites* ou em cenários de televisão, onde a cor-luz é instrumento principal.

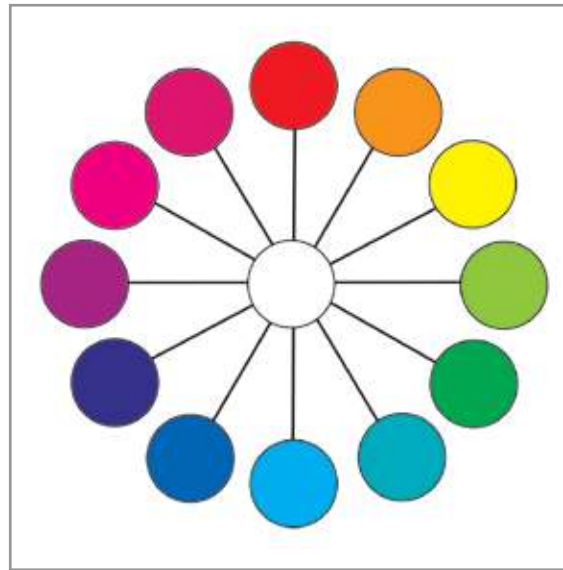
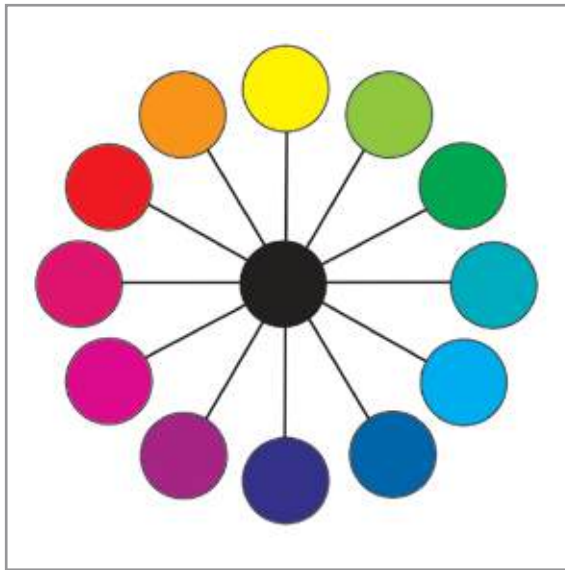


Figura 2.7 (À esq.) – Círculo cromático de cores-pigmento transparentes.

Figura 2.8 (À dir.) – Círculo cromático de cores-luz.

Os principais Círculos Cromáticos utilizados hoje têm também uma história de desenvolvimento. Podem-se encontrar na história da Teoria da Cor círculos de quatro tipos, segundo Parkhurst e Feller (1982): círculos baseados em sete cores, círculos baseados em quatro cores, círculos organizados em um sistema vermelho-amarelo-azul e círculos que utilizam cinco cores primárias.

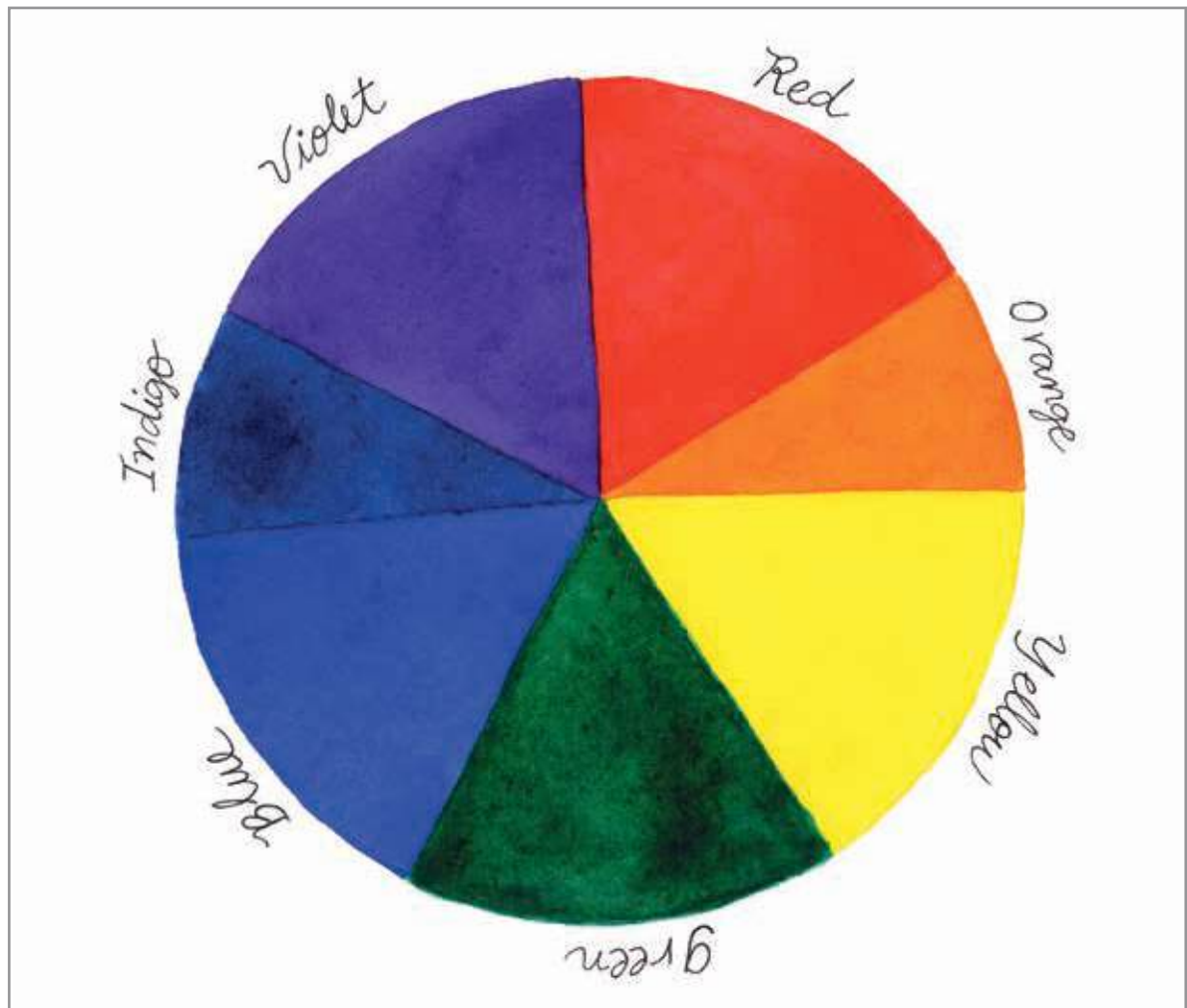
Segundo Parkhurst e Feller (1982), foram encontradas as primeiras tentativas de se agrupar as cores em forma de um círculo em 1611. Esta foi a primeira organização “circular” das cores primárias e secundárias.

Séculos antes, mais precisamente a partir do século XIII, os Círculos Cromáticos encontrados basearam-se em sete cores, em quatro cores, círculos organizados a partir da trilogia vermelho-amarelo-azul e também algumas relações históricas entre as cores primárias em pigmento e as cores primárias em luz.

O Círculo Cromático baseado em sete cores mais conhecido e difundido é o de Isaac Newton. Nele, Newton colocou as cores do arco-íris: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Publicado em seus estudos de 1704, com esta organização das cores, Newton consegue estabelecer importantes parâmetros de seus estudos a respeito do espectro solar.

A Figura 2.9 mostra o Disco de Newton, onde as cores são colocadas em um disco, na sequência das cores espectrais, sendo cada uma proporcional à sua área no espectro. Segundo Newton (1979), girando-se o disco de 50 a 80 rotações por minuto, tem-se uma redução visual para as três cores primárias, e girando o disco a mais de 80 rotações por minuto, tem-se o branco.

Figura 2.9 – Disco de Newton.



Mais tarde, Newton reduziu as sete cores a seis, sendo três primárias e três secundárias. Como se referia a cores-luz, as primárias são: vermelho (R), verde (G) e azul-violetado (B).

O segundo tipo de Círculo Cromático foi pensado na organização em quatro cores. Antes utilizado por Edwald Hering, este círculo foi também estruturado por Wilhelm Ostwald em 1916. O Círculo Cromático de Ostwald tem forte apelo aos princípios da percepção cromática.

Um Círculo Cromático formado por cinco cores principais, a princípio, parece desequilibrado. Ao contrário, com ele, Albert Munsell mostrou cinco cores principais: vermelho, amarelo, verde, azul-violetado e púrpura; distribuídas em um diagrama circular, como se pode observar na Figura 2.10.

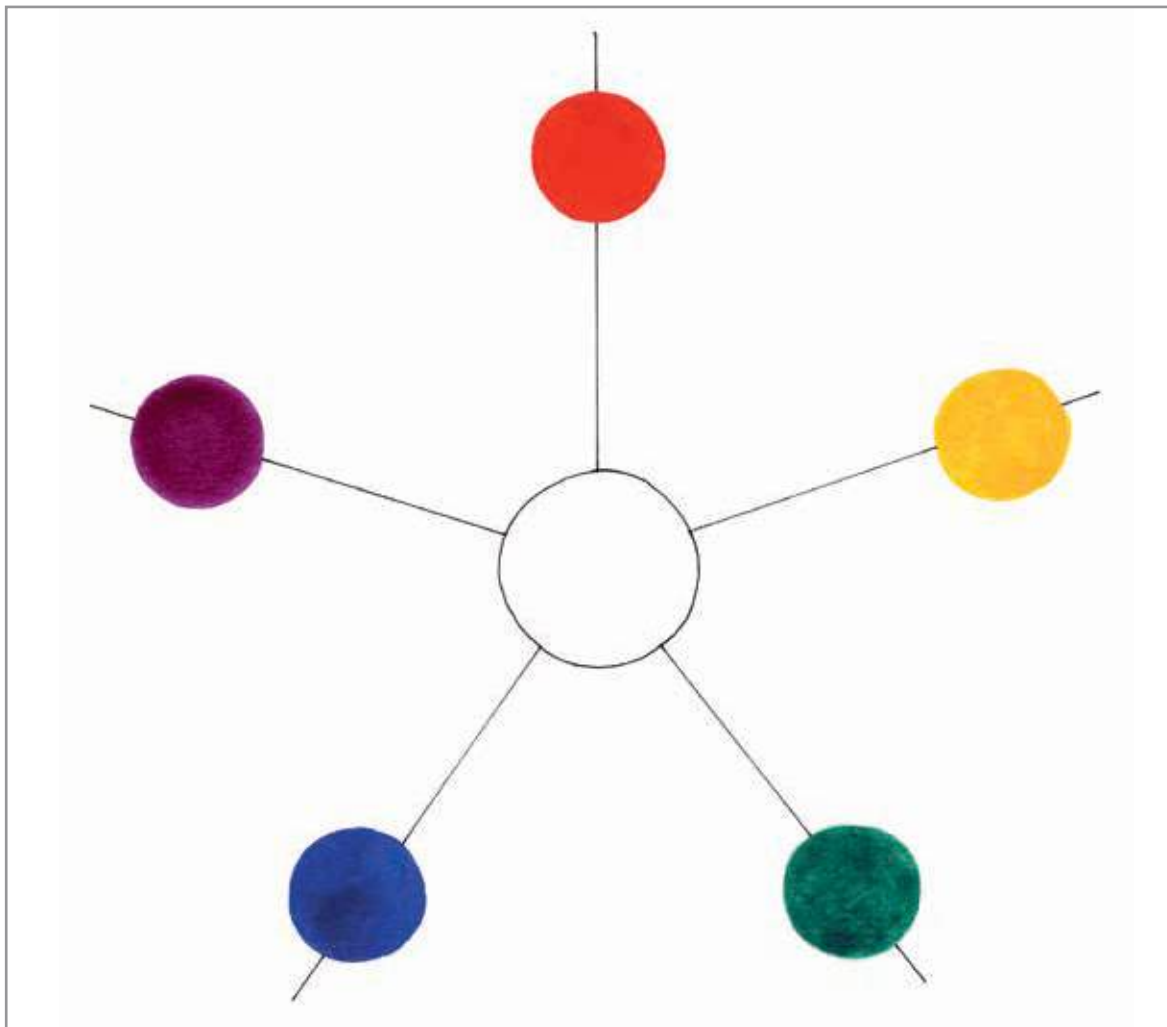


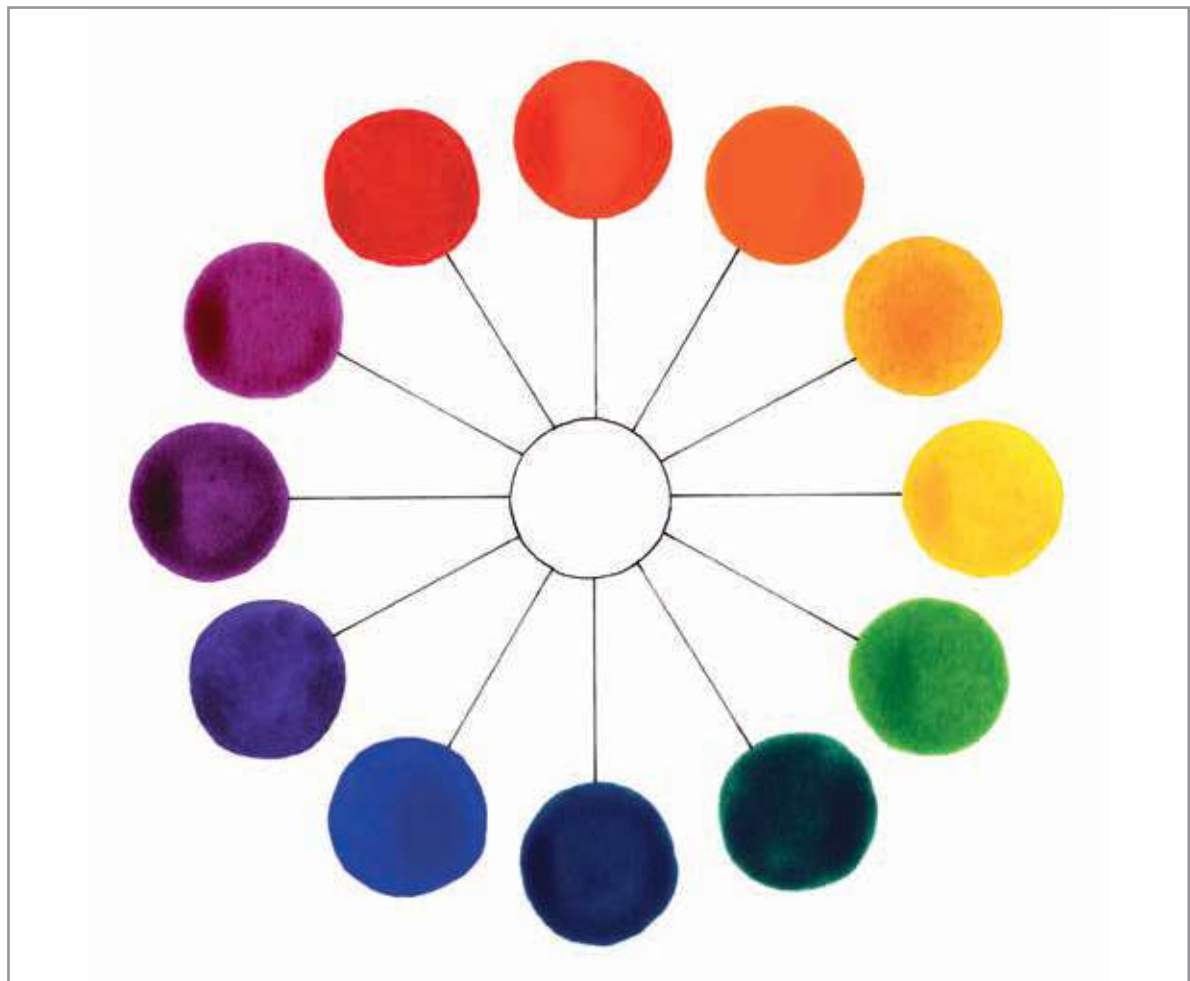
Figura 2.10 – Círculo cromático de Albert Munsell.

As cinco cores principais, colocadas no Círculo Cromático de Albert Munsell, para ele, tinham o mesmo valor, isto é, entre o eixo que percorre o mais alto e o mais baixo índice de luminosidade.

O quarto tipo de organização das cores em um círculo cromático é mais conhecido dos artistas. O Círculo Cromático em cores-pigmento opacas utilizado atualmente é bastante similar. Trata-se de um círculo cromático de doze cores, a partir das cores-pigmento opacas (vermelho-amarelo-azul).

Artur Pope foi, provavelmente, o primeiro a colocar as três primárias juntamente com as chamadas secundárias e as terciárias em um Círculo Cromático, datado de 1929. Pode-se observar a sua organização na Figura 2.11.

Figura 2.11 – O círculo mais conhecido dos artistas, de Arthur Pope.



ATIVIDADE #4

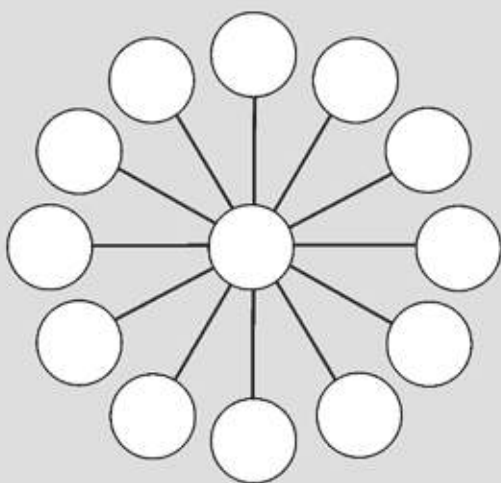
CÍRCULO CROMÁTICO EM COR-PIGMENTO TRANSPARENTE

Objetivo: construir um instrumento para se pensar os esquemas de combinações de cores possíveis, um Círculo Cromático. Será a partir das cores-pigmento transparentes, pois são as cores que se consegue em tinta.

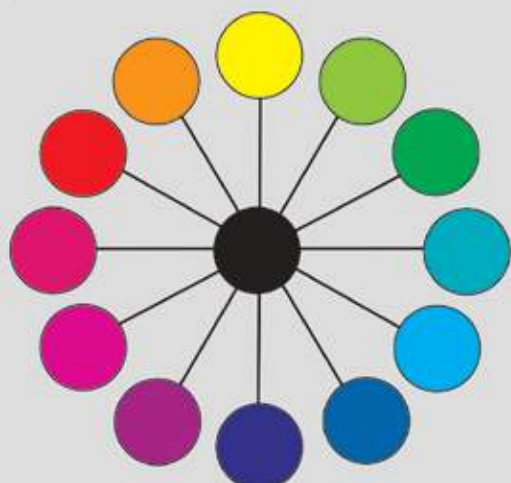
Material: folha para guache, tintas guache nas cores magenta, ciano, amarelo e preto.

Descrição: desenhar um círculo com doze cores, primárias, secundárias e terciárias em cores-pigmento transparentes, dispostas segundo a teoria.

1)



2)



SISTEMAS CROMÁTICOS ORDENADOS

Da Teoria da Cor, não são apenas as cores isoladas e classificadas em categorias que interessam aos profissionais. A necessidade de organização da grande quantidade de cores presente em nosso mundo perceptivo evidencia a importância do controle de sua sistematização em modelos topológicos, que serão descritos a seguir.

Existem diversos modelos topológicos distribuídos em várias tentativas de organizar as cores sob uma lógica matemática a partir de sólidos manipuláveis. O desenvolvimento destes sólidos proporcionou a aparição de uma ciência chamada “Colorimetria”, que auxiliou toda a produção industrial cromática mundial, movida pelos estudos da reprodução cromática.

O ser humano distingue, em média, 128 tonalidades de cores e isso sempre provocou intenções de organização. Desde a antiguidade, e ao longo de toda a nossa história, as tentativas de sistematizar as cores existiram em torno de sua organização em modelos topológicos. Estes modelos especificam uma determinada lógica na colocação de todas as cores e variam de acordo com os diferentes autores. Alguns dos modelos são círculos cromáticos divididos concentricamente, como já visto, outros são triângulos que determinam pesos diferentes para as diferentes cores, porém a maioria dos autores desenvolveu sólidos tridimensionais como cones duplos ou esferas e até sólidos se movimentando sobre uma trajetória predeterminada.

Para que ocorresse tal organização, alguns parâmetros foram eleitos como pontos objetivos de construção dos sólidos. Estes parâmetros vão desde o comprimento de onda, definindo inicialmente a posição das cores no espectro, até a simples presença da cor em relação às outras, passando pela saturação ou a luminosidade.

Porém, não importa se bi ou tridimensional, a maioria dos modelos apresenta pontos-chaves onde se colocam as cores primárias ou principais em relação às secundárias ou intermediárias.

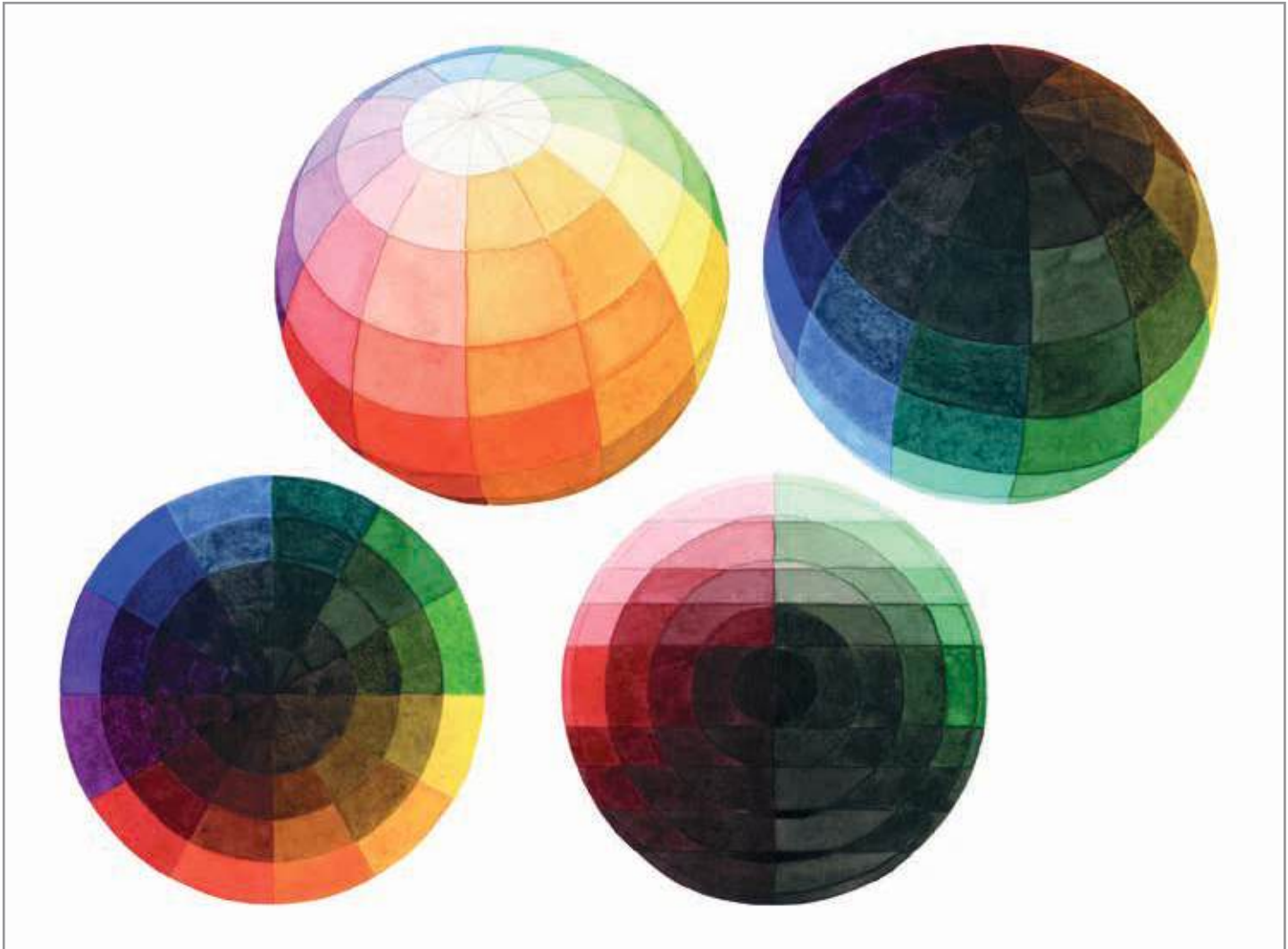
Apresenta-se neste item, cronologicamente, alguns desses modelos, com o objetivo de mostrar sua importância na nossa construção lógica e simbólica da percepção cromática.

As primeiras ordenações sistemáticas eram bidimensionais, correspondendo na sua maioria a listas de cores, escalas lineares ou círculos cromáticos, como os já citados. Com o desenvolvimento das ciências exatas no século XVII, apareceram modelos de sistematização mais sofisticados.

Na segunda metade do século XVIII, ocorreram as primeiras experiências com os sistemas tridimensionais. Philipp Otto Runge é, por isso, considerado o antecessor dos sistemas cromáticos ordenados do século XX. A esfera das cores de Runge (Figura 2.12), publicada em 1810, é um sistema de ordenação das cores que compreende todas as sensações de cor.

Pintor da escola romântica alemã, Runge pensou um modelo com a forma de uma esfera parecida com o globo terrestre. O polo norte corresponde ao branco e o polo sul ao preto. O equador corresponde ao círculo de matizes puros ou saturados: vermelho, violeta, azul, verde, amarelo e laranja. Os polos estão conectados por meridianos que cruzam o equador e os paralelos. Essas intersecções definem campos na superfície, ocupados por tonalidades intermediárias.

Figura 2.12 – Esfera de Runge. A construção de todas as combinações entre si e em completa afinidade.

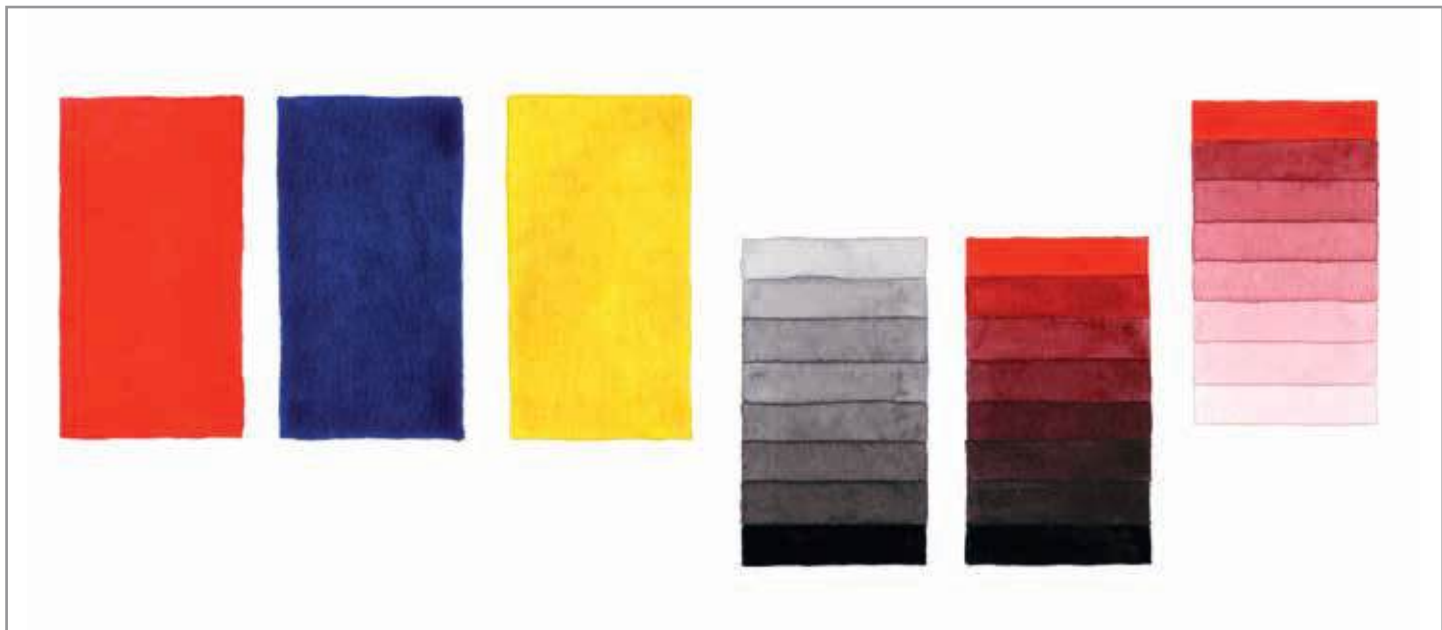


A distância entre os graus de latitude e longitude pode diminuir ou aumentar, permitindo a inclusão de qualquer número de tonalidades intermediárias. Pode-se cortar a esfera em qualquer parte, produzindo-se automaticamente novas tonalidades.

A vantagem deste modelo está em sua beleza estética, porém logo se percebe algumas cores muito juntas enquanto outras muito separadas. Runge modelou em sua esfera todas as cores, em relações bem definidas, baseadas em três parâmetros: cor saturada, branco e preto.

Albert Munsell, em 1905, sistematiza a cor a partir de uma esfera, passando ao Atlas do Sistema de Cores Munsell em 1915. Este Atlas é um sólido tridimensional irregular, formado pelas variáveis de análise de cada cor: o matiz (*hue*), o valor (*value*) e o croma (*chroma*), como mostra a Figura 2.13. Para ele, Matiz é a característica que diferencia uma cor da outra: o azul do amarelo, o azul do vermelho, etc., o valor é, para Munsell, o grau de claridade ou de obscuridade contido numa cor, e o croma, por sua vez, é a qualidade de saturação de cada cor que indica seu grau de pureza.

Figura 2.13 –
Parâmetros de
Munsell: matiz, valor
e croma.



A evolução dos estudos de Munsell na direção da construção de seu sólido aconteceu em algumas etapas. A primeira delas é a disposição dos matizes saturados em um círculo. Dispostos em um círculo estão cinco matizes centrais, ou seja, os cinco matizes de mais alto croma: o amarelo (Y), o verde (G), o púrpura (P), o vermelho (R) e o azul (B). Estes matizes estão colocados no círculo em distâncias iguais, como mostra a Figura 2.14.

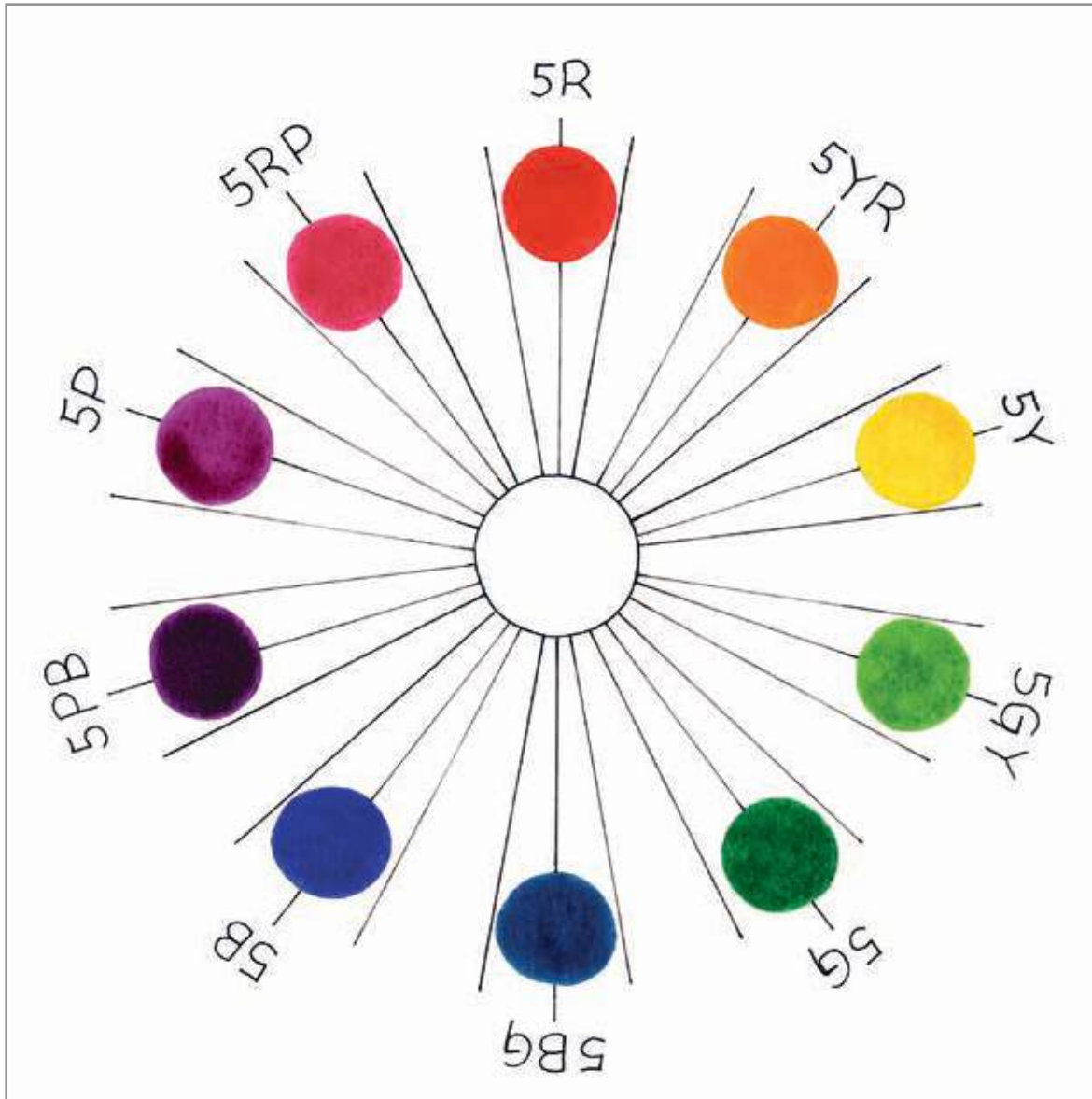


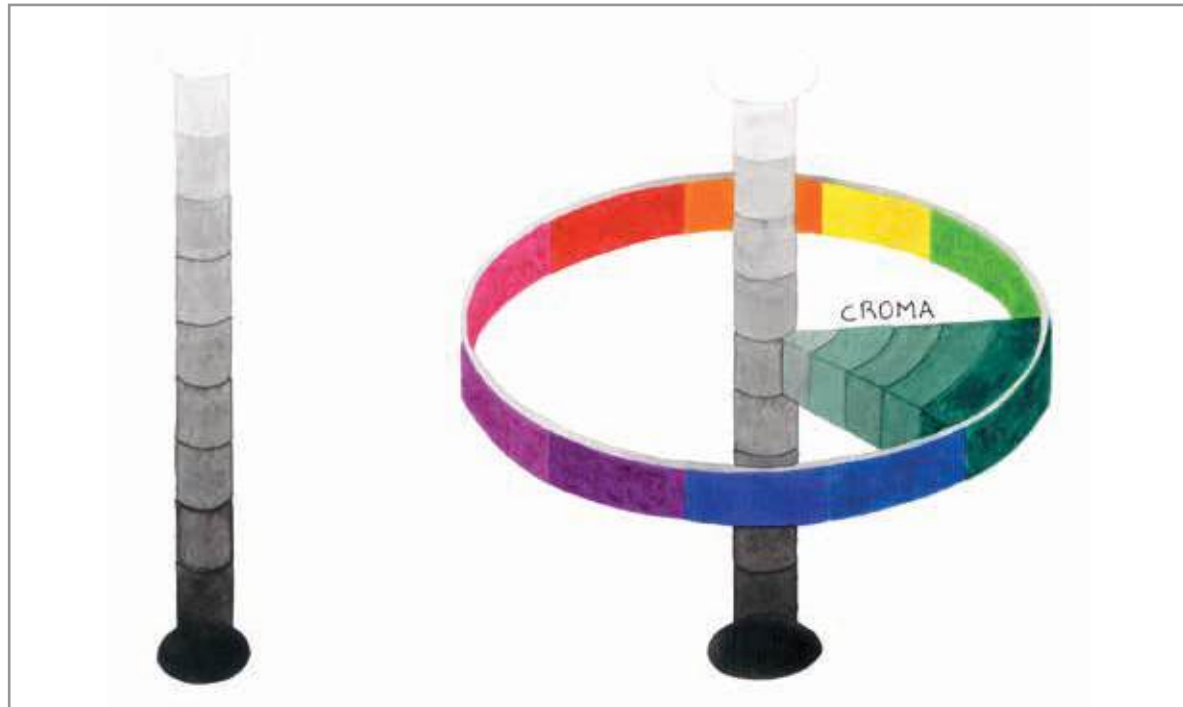
Figura 2.14 –
Localização da
variável matiz no
sólido de Munsell.

A mistura dos matizes principais resulta em outros cinco matizes intermediários. Eles estão colocados entre os matizes principais: amarelo-avermelhado (YR), verde-amarelado (GR), azul-esverdeado (BG), púrpura-azulado (PB) e vermelho-purpureado (RP).

Assim segue o sólido, crescendo com a colocação de inúmeros matizes entre os matizes principais e os intermediários. Para que seu sólido fosse controlado, Munsell idealizou uma escala variando de 1 a 10 entre cada matiz principal e intermediário. O valor cinco fica estabelecido para o matiz central, por exemplo 5G, que é um verde puro, enquanto 10G é um verde-azulado.

A variável valor de Munsell é a da luminosidade ou o brilho da cor. Como tal, ela formaliza uma escala de cinzas (do 1 ao 9) no eixo formado entre o branco (10) e o preto (zero), como mostra a Figura 2.15.

Figura 2.15 –
Representação da
variável valor e croma
de Munsell.



Segundo Billmeyer (1987), a grande maioria das pessoas não tem dificuldades em associar as cores saturadas às suas respectivas luminosidades, fazendo naturalmente a aplicação da escala da variável valor de Munsell a qualquer cor.

Munsell criou um sólido que comporta o fato de algumas cores possuírem caminhos cromáticos mais longos e outros mais curtos. A variável croma de Munsell foi criada justamente para ser a definição do caminho cromático entre uma cor saturada e a mesma cor apagada ou sem saturação (Figura 2.15).

Caivano (1995, p. 15) dá como exemplo a diferença entre o vermelho, que chega até o croma 14, e o azul-esverdeado que somente alcança o croma 8. A Figura 2.16 mostra como Munsell variava o croma e o valor de um matiz. O eixo vertical do valor descreve os níveis de cinzas, enquanto que o eixo horizontal caminha (da esquerda para a direita) do matiz apagado até a intensidade máxima de saturação.

A variação do vermelho se junta a todas as variações dos outros matizes, formando um atlas completo de cores, como na Figura 2.16.

Figura 2.16 – Sólido de Munsell, de acordo com seu atlas de 1915.



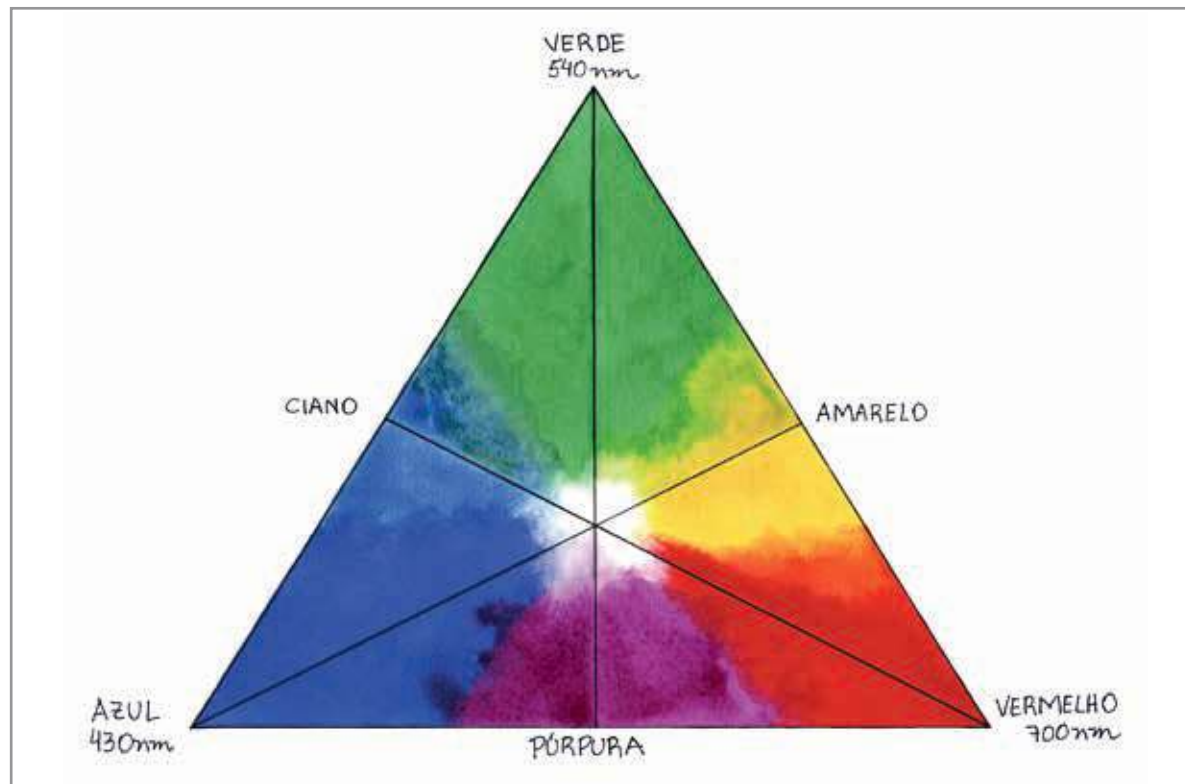
A ciência da colorimetria definiu, em 1931, através da *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE), um sistema que vem sendo acrescido de modificações desde o seu nascimento, se tornando familiar tanto na indústria da cor quanto no mundo dos estudos sobre a luz.

O sistema CIE, como é chamado, fundamenta-se na distribuição espectral da luz. Caivano (1995), Wright (1982) e Pointer (1981) são alguns dos muitos pesquisadores que descrevem a trajetória deste sistema, considerando tanto as fontes de luz primárias quanto as secundárias.

A colorimetria trabalha com as, atualmente, denominadas funções de equilíbrio cromático num observador padrão. O primeiro a medir tais funções foi Maxwell, em 1860, usando sua caixa cromática – um tipo de colorímetro tricromático aditivo.

No sistema CIE, estas funções de equilíbrio cromático foram primeiramente determinadas com os seguintes comprimentos de onda: 700nm para o vermelho, 546.1nm para o verde e 435.8nm para o azul, que foram colocadas num triângulo segundo os dados determinados por Maxwell, como mostra a Figura 2.17. As cores saturadas chamadas espectrais (vermelho, verde e azul) foram então colocadas nos vértices do triângulo. No baricentro (ponto equidistante dos vértices) aparece o branco, onde as cores saturadas se dessaturam em iguais proporções.

Figura 2.17 – Triângulo equilátero inicial que deu origem ao Sistema CIE.



A mistura de duas cores saturadas está colocada no ponto intermediário entre dois vértices. Assim, por exemplo, o ciano está colocado em meio ao lado verde-azul. Os problemas começam a aparecer quando, segundo Caivano (1995), tenta-se comparar os matizes dos lados verde-azul e verde-vermelho do triângulo com as cores do espectro. Desenhando-se a linha das cores espectrais, percebe-se que o desenho salta fora do triângulo, restando apenas as posições fixas do vermelho, do verde e do azul, como mostra a Figura 2.18.

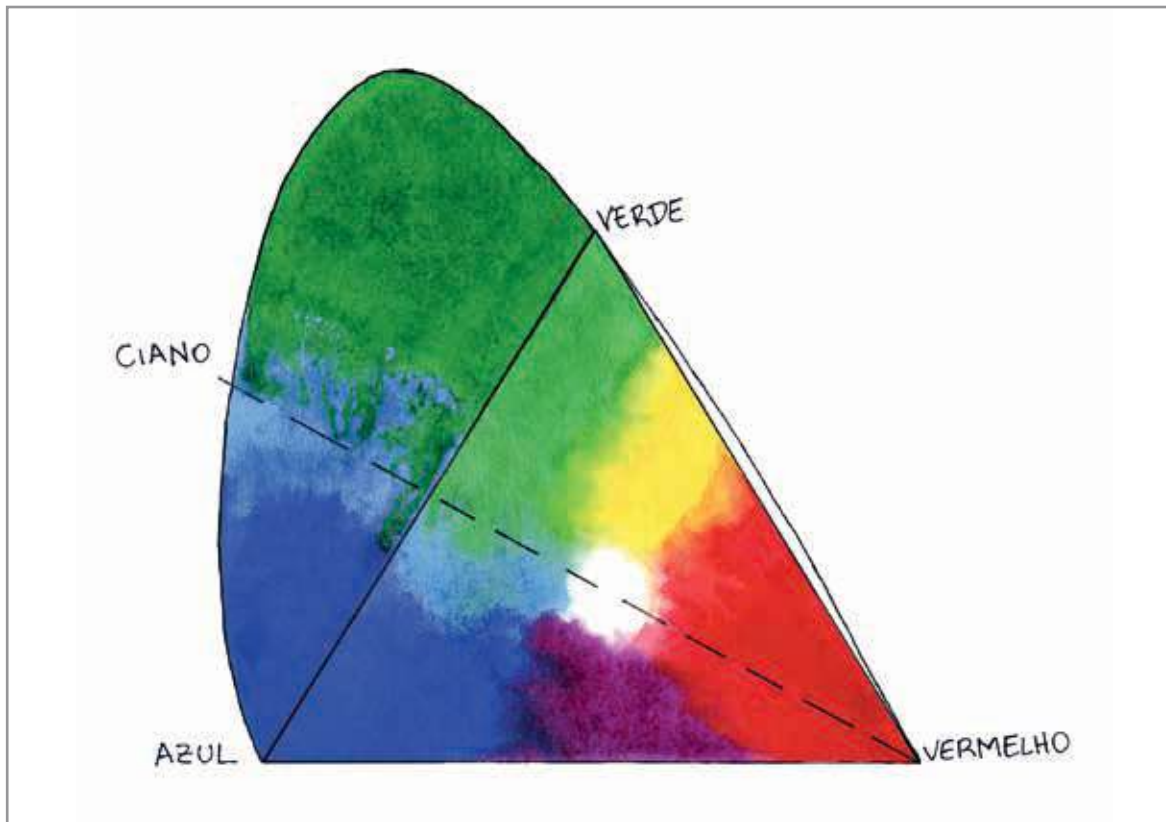


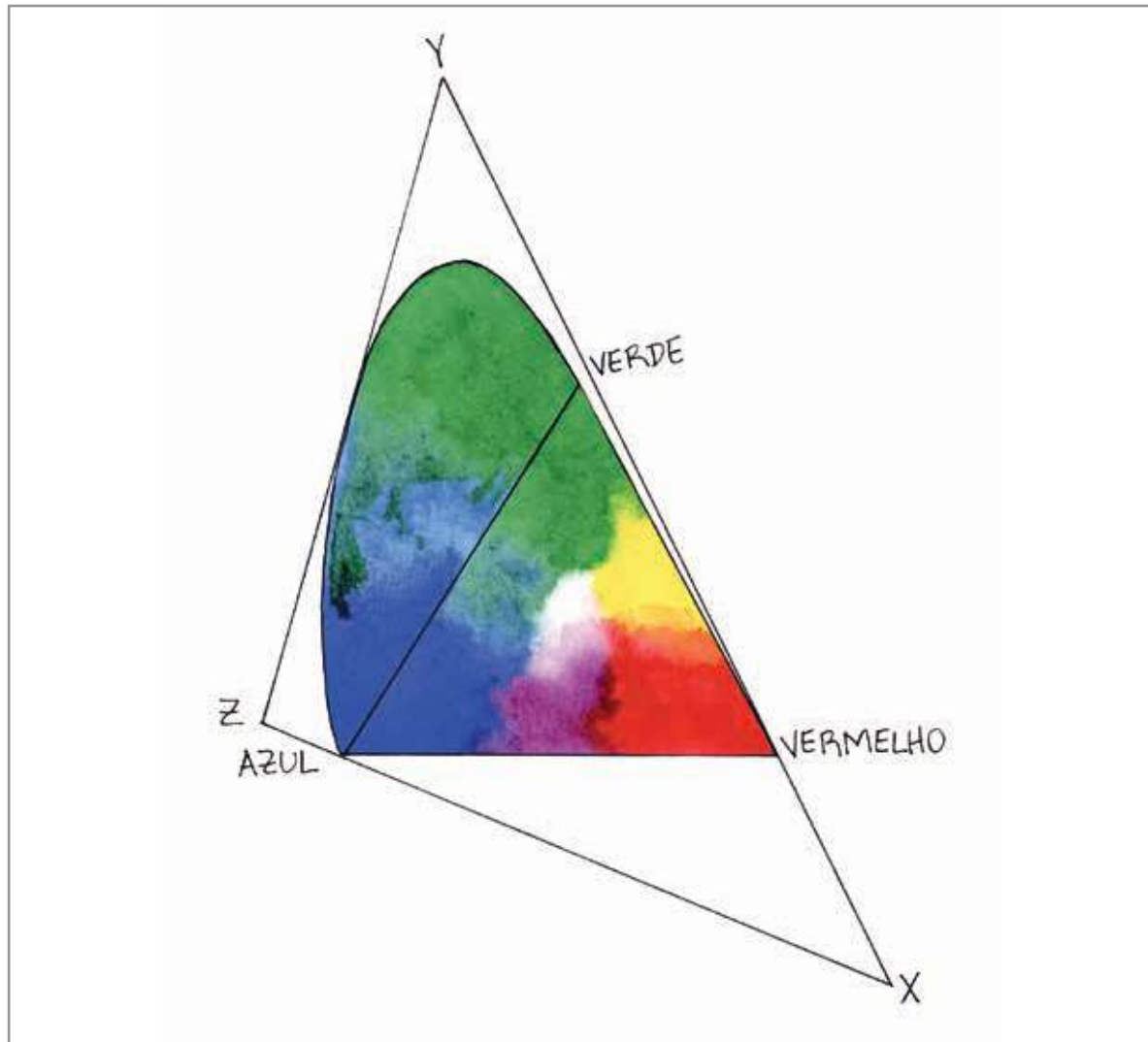
Figura 2.18 – Colocação das cores espectrais em relação ao triângulo equilátero inicial no Sistema CIE.

Para continuar a considerar o triângulo inicial (triângulo de Maxwell) como o próprio sistema CIE, deveria-se aceitar quantidades negativas de cores primárias (quantidades de fora do triângulo).

Como na prática não se pode considerar quantidades negativas de luz, a CIE resolveu adotar três cores primárias ideais. Apesar destas cores primárias idealizadas se apresentarem satisfatórias ao sistema, teriam maior saturação que as cores espectrais. Porém, as cores

primárias ideais do sistema CIE para serem reais deveriam possuir duas características fundamentais: serem produzidas sob condições reais e alcançadas pelo nosso sentido da visão. Como não apresentam tais características, são chamadas de estímulos ideais e não cores, sendo designados por X, Y e Z para vermelho, verde e azul, respectivamente. Estes três estímulos ideais são de referência e estão totalmente fora da curva das cores espectrais. Porém, foram definidos de tal maneira que unidos por retas incluem todas as cores espectrais, como mostra a Figura 2.19.

Figura 2.19 –
Triângulo formado
pelos três estímulos
ideais de referência X,
Y, Z.



A esta altura, podemos nos perguntar: para que serve um sistema baseado em estímulos idealizados? Como na prática as cores reais são necessárias, o CIE definiu uma fórmula matemática capaz de converter cores reais nos estímulos ideais X, Y e Z do sistema CIE.

No sentido de simplificar os cálculos e padronizar o uso da cor, o CIE transformou o triângulo XYZ num triângulo equilátero. Com isso, a figura determinada pelas curvas das cores espectrais se transforma numa forma diferente, como mostra a Figura 2.20.

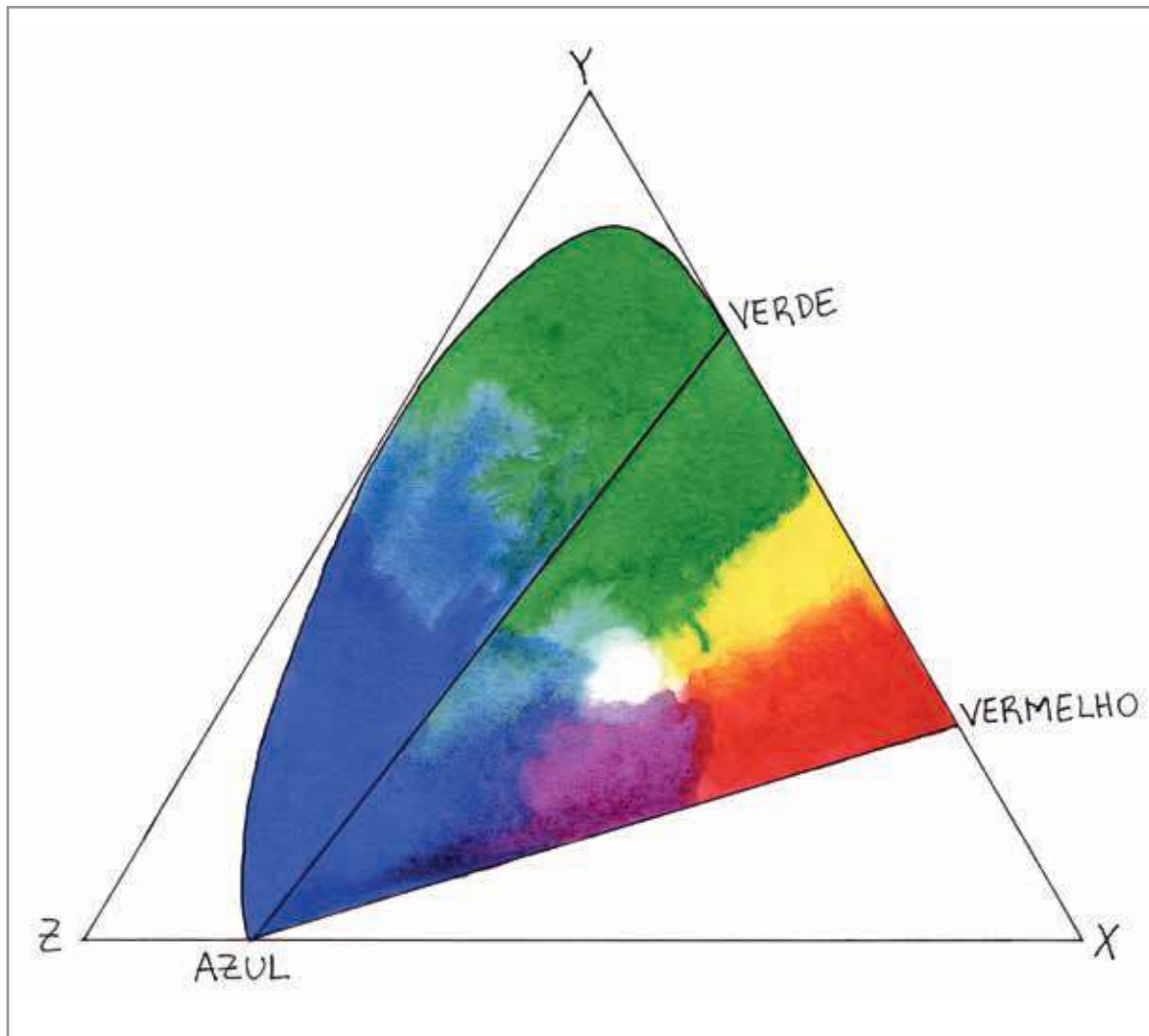
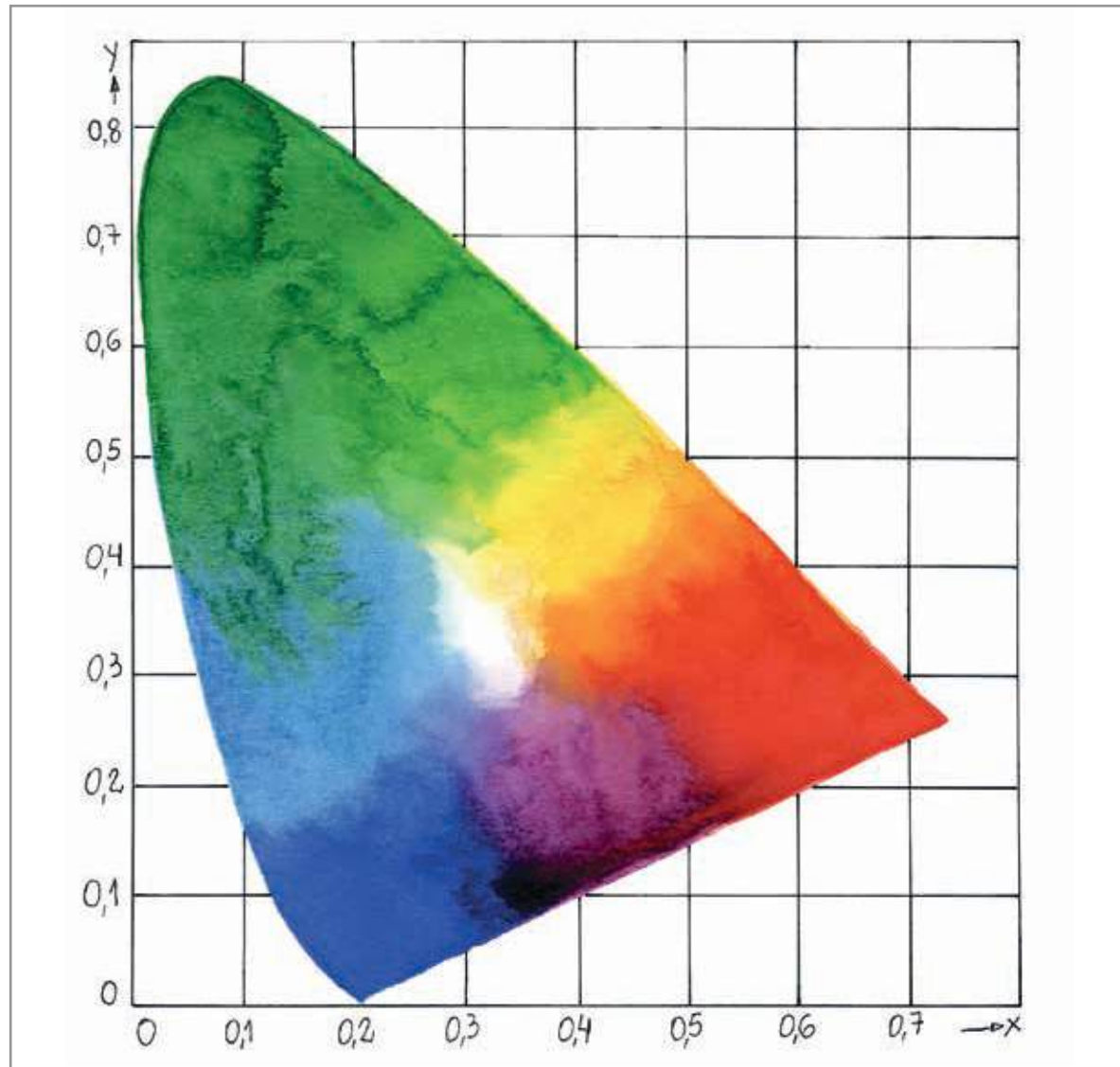


Figura 2.20 – Acomodação da curva de cores espectrais num triângulo equilátero.

O triângulo equilátero que comporta todas as cores reais ainda foi transformado pelo CIE num triângulo retângulo, simplificando a especificação de uma cor para apenas duas coordenadas. A Figura 2.21 firmou-se como o diagrama de cromaticidade CIE de 1931.

Figura 2.21 –
Transformação do
triângulo equilátero
da figura 2.21 em um
triângulo retângulo
com um sistema
de duas coordena-
das, o Diagrama de
Cromaticidade CIE
1931.



A excessiva padronização, tanto na busca da forma representativa ideal como do observador padrão, deve ser levada em conta na objetividade do sistema CIE, pois se sabe que a percepção da cor não pode ser analisada a partir de um olhar individual padronizado.

A importância e a usabilidade do sistema CIE se faz nos casos em que uma medida física precisa e objetiva de um estímulo de cor é necessária, como acontece frequentemente na indústria. A ambiguidade fica por conta dessas medidas se darem através de abstrações padronizantes e excessivamente simplificadoras.

Não é comum ser o sistema CIE utilizado por qualquer profissional que utilize a harmonia cromática como instrumento de trabalho, como pintores ou *designers*, pois nesses casos é extremamente necessária a fuga da padronização. Por outro lado, não seria possível existir interação entre indústrias químicas da cor de diferentes culturas se não houvesse um sistema capaz de comparar medidas através de acordos internacionais padronizados.

Frans Gerritsen trabalha em 1989 com as cores opostas, tentando adequá-las ao espaço tricromático. O seu problema era construir um espaço que comportasse tanto os pares opostos de Goethe (branco-preto, amarelo-azul e vermelho-verde) como a tríade RGB. Pensando nisso, Gerritsen chegou a um modelo com a variação da luminosidade colocada no eixo vertical branco-preto, como a variável valor de Munsell.

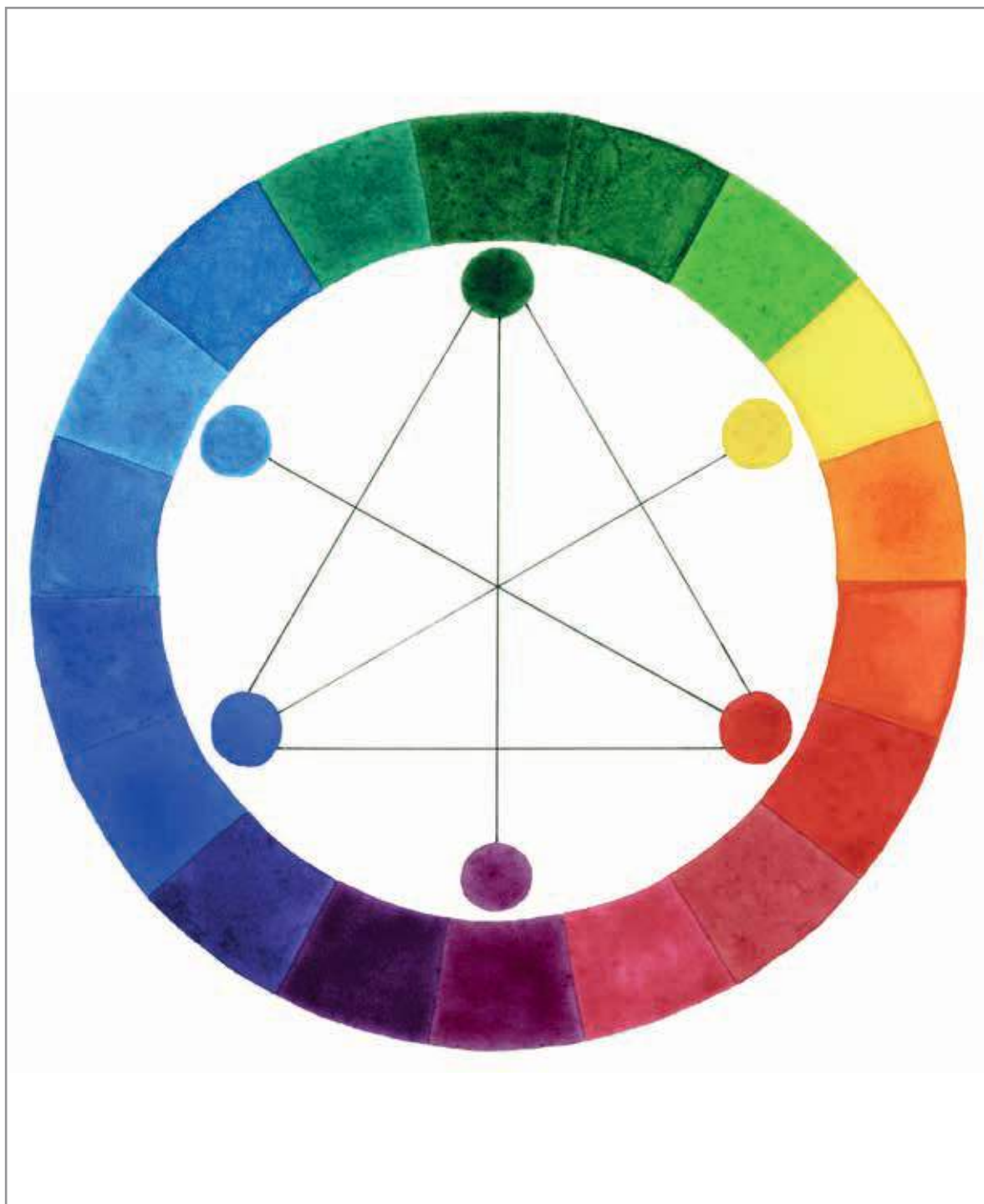
Gerritsen divide seu modelo em ondas curtas e longas, dentro de uma escala de comprimentos de onda, coloca o azul na zona de onda curta, segue com o verde, com o amarelo e chega à zona de onda larga com o vermelho.

Assim, cria o primeiro par de cores opostas, o vermelho-verde, com o centro no amarelo. Já se pode perceber uma semelhança entre seu modelo e o espaço tricromático RGB, ou seja, a mistura do vermelho com o verde resulta no amarelo, como acontece na síntese aditiva das cores-luz.

A seguir, Gerritsen faz uma ligação entre o azul, o verde e o vermelho, criando com isto um triângulo equilátero muito parecido com o triângulo de Maxwell, inclusive tendo no baricentro o ponto neutro ou branco. Como desejava inicialmente Gerritsen, as cores primárias do espaço tricromático RGB (vermelho, verde e azul) tinham o seu lugar no triângulo, assim como os pares de opostos com suas respectivas sínteses.

Extrapolando o triângulo, Gerritsen caminha para um círculo cromático (Figura 2.22).

Figura 2.22 – Círculo cromático de Gerritsen.



Mas ainda faltava a colocação do principal eixo de cores opostas: o eixo da luminosidade branco-preto. Quando Gerritsen o colocou, 20 níveis de cinzas apareceram formando o sólido mostrado na Figura 2.23.

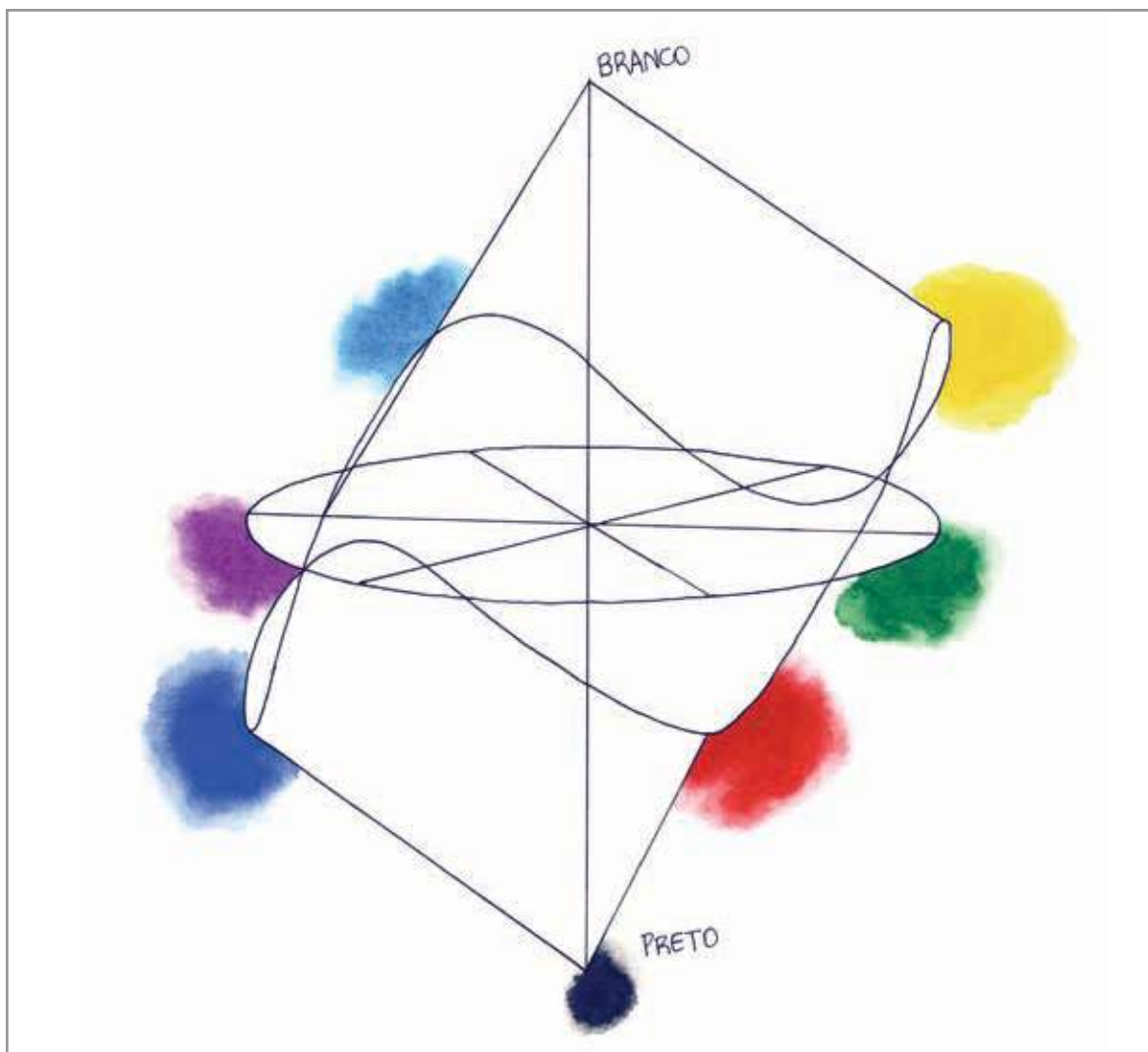


Figura 2.23 – Sólido de cor de Gerritsen com o eixo branco-preto e os matizes do círculo cromático colocado segundo seus valores de luminosidade.

O sólido de Gerritsen introduz aspectos atualmente considerados importantes neste tipo de prática de pesquisa: a inserção do movimento como elemento formador dos sólidos de cor. Mas, mesmo introduzindo este novo elemento, Gerritsen também coloca o branco e o preto em pontos estratégicos de seu sólido, reforçando suas características como cores.

Existem muitos outros modelos além dos aqui mencionados, e todos compartilham três aspectos já destacados que interessam a estudantes de *design* e também aos *designers* profissionais. O primeiro deles é a necessidade da obtenção de modelos organizados do mundo cromático perceptivo, numa tentativa de controlar toda a produção industrial colorida, gerando modelos cromáticos organizados em todos os ambientes que nos circundam.

O segundo aspecto diz respeito ao controle sobre a escolha da harmonia cromática de valores e tons a partir da necessidade de modelagem e organização das cores em sólidos.

Considerando-se os aspectos físicos da Teoria da Cor, viu-se que as substâncias não possuem cor, mas certa capacidade de absorver, refratar ou refletir determinados raios luminosos incidentes, mesmo aceitando certa materialidade atribuída à luz. Isto leva a crer que não se pode considerar a física como parâmetro único na análise da cor. Sua metodologia restringe-se aos experimentos psicofísicos, mapeando a percepção cromática na lógica de construção e organização das cores em modelos palpáveis como consequência da praticidade exigida na produção industrial.

Para um objeto ser colorido, aceitam-se dois atores como imprescindíveis: uma fonte de luz natural e as propriedades reflexivas do objeto. Porém, não significa que todos os fenômenos cromáticos possam ser explicados somente pela cooperação desses dois atores.

Conceitos fundamentais a partir dos sólidos de cor

- 1) Sólidos de cor são modelos topológicos que especificam uma determinada lógica na colocação de todas as cores.
- 2) Os parâmetros de construção dos sólidos geralmente vão desde o comprimento de onda até a presença da cor em relação às outras, passando pela saturação ou luminosidade. Os pontos-chaves dos modelos são onde se colocam as cores primárias em relação às secundárias ou intermediárias.
- 3) Modelos Topológicos selecionados:
 - a) Philipp Otto Runge (1810), modelo em forma de uma esfera. O polo norte é o branco e o polo sul o preto. O equador abriga o círculo de matizes saturados. Beleza estética, porém cores muito juntas e outras muito separadas.
 - b) Albert Munsell (1915), Atlas do Sistema de Cores Munsell, sólido tridimensional irregular, formado pelas variáveis de análise de cada cor: matiz, valor e croma
 - c) *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) (1931), o Sistema CIE fundamenta-se na distribuição espectral da luz.
 - d) Frans Gerritsen (1989), cores opostas de Goethe, adequando-as ao espaço tricromático (RGB). Inserção do movimento como elemento formador dos sólidos de cor.





Os Aspectos Fisiológicos da Cor com Vistas ao Conforto Visual Cromático



Os aspectos fisiológicos da percepção cromática envolvem o estudo detalhado dos órgãos visuais, sua ligação com o cérebro e, mais especificamente, as teorias que descrevem a visão da cor.

Estudar a visão cromática fisiologicamente é importante para o profissional, porque são atributos que acontecem a absolutamente todas as pessoas que possuem uma visão normal. Isto é, pode-se atribuir certas escolhas de combinações de cores ao conforto ou ao desconforto fisiológico e estes são parâmetros importantes de aplicação das cores em projetos.

O estudo da fisiologia da visão cromática apresenta uma primeira dificuldade: a ignorância a respeito dos processos fisiopsicológicos que a envolvem. Isoladamente se conhecem muitos detalhes, mas ainda não é possível saber como se produzem especificamente os sinais enviados ao cérebro e como são transformados em sensações.

Por outro lado, o modelo fisiológico é o fator determinante da complexidade na percepção visual. Resultado de uma conjugação entre o olho e o cérebro, a percepção visual se apresenta como um instigante e complexo mistério.

As tentativas para desvendá-lo passam pelo recorte dos estudos focalizados ora nos olhos, ora no cérebro. No capítulo anterior viu-se um dos tipos de estímulos, segundo Goethe, os chamados estímulos físicos. Outro tipo de estímulo elaborado mais detalhadamente neste capítulo é o estímulo fisiológico que, como o próprio nome diz, é a sensação da cor gerada fisiologicamente.

Dois tipos principais de estímulos fisiológicos foram classificados por experiências psicofísicas: o estímulo fisiológico causado por excitação mecânica e o causado por excitação subjetiva. O estímulo fisiológico causado por excitação mecânica depende diretamente da retina. A cor complementar aparece quando uma parte da retina é saturada, fazendo a outra parte compensar o esforço. Como exemplo deste tipo de estímulo, podemos citar todos os fenômenos denominados imagens posteriores.

O outro tipo de estímulo fisiológico é gerado a partir de uma excitação subjetiva, ou seja, a cor aparece a partir de processos ocorridos na própria retina ou no cérebro. Atualmente existem pesquisas em torno de uma antecipação do estímulo móvel pela retina, mostrando que

a extrapolação da trajetória de um objeto móvel começa ainda na retina, ou seja, na imagem neural transmitida do olho para o cérebro, indicando ser a retina muito menos submissa aos raios refletidos do que se pensava até agora. A retina é, então, juntamente com o cérebro, capaz de causar uma excitação subjetiva, gerando o estímulo fisiológico.

São exemplos de excitação subjetiva que provocam estímulos fisiológicos as chamadas cores de memória. Trata-se de cores associadas aos objetos familiares, com os quais temos experiências visuais frequentes. Mesmo sendo experiências e padrões cromáticos individuais, essas cores adquirem certa estabilidade pela frequência com que são vivenciadas. Essas vivências atingiriam a memória, a qual produziria um estímulo fisiológico gerado, portanto, por excitação subjetiva.

Sob a denominação de aspectos fisiológicos, neste capítulo procura-se entender primeiramente o funcionamento do sistema visual humano, compreendendo os órgãos visuais e o cérebro, focalizando em seguida a visão cromática. Entendendo-se o funcionamento da visão cromática normal, passa-se a estudar distúrbios da visão cromática, os chamados daltonismos provocados por anomalias na retina ou no cérebro.

Ainda neste capítulo, apresentam-se as ilusões perceptivas visuais cromáticas, a meio caminho entre a percepção cromática normal e anormal.

OS ÓRGÃOS VISUAIS

O sistema visual humano compreende fisiologicamente os órgãos visuais e sua ligação com o sistema nervoso através do cérebro. Conhecer seu funcionamento fisiologicamente é importante para compreender seus dados interpretativos do mundo visual cromático e a partir daí tirar proveito dos efeitos fisiológicos que, no final das contas, são inevitáveis para qualquer pessoa.

Os olhos humanos são instrumentos da mais alta qualidade, no que diz respeito à captação e tradução da radiação luminosa. O fato de a visão ser um sentido que conjuga olhos e cérebro aumenta em muito sua eficiência nos trabalhos de avaliação, análise e correção das imagens visuais, informando a distância, a direção, a forma e a cor dos objetos ao nosso redor.

As partes componentes dos olhos são rigorosamente planejadas e os seus tecidos são também especializados. O globo ocular domina um campo visual de aproximadamente 180 graus em torno da figura humana e possui forma esférica, mantida pela pressão dos líquidos

existentes em seu interior, como se pode observar na Figura 3.1. Seu diâmetro atinge cerca de 24mm nas pessoas adultas e aloja-se em uma cavidade óssea denominada órbita ocular, estando preso a três pares de músculos destinados a orientá-lo. Esse globo é revestido externamente por uma membrana chamada esclerótica, um espesso invólucro (parte branca exterior do olho), protegendo-o e estabilizando-o mecanicamente.

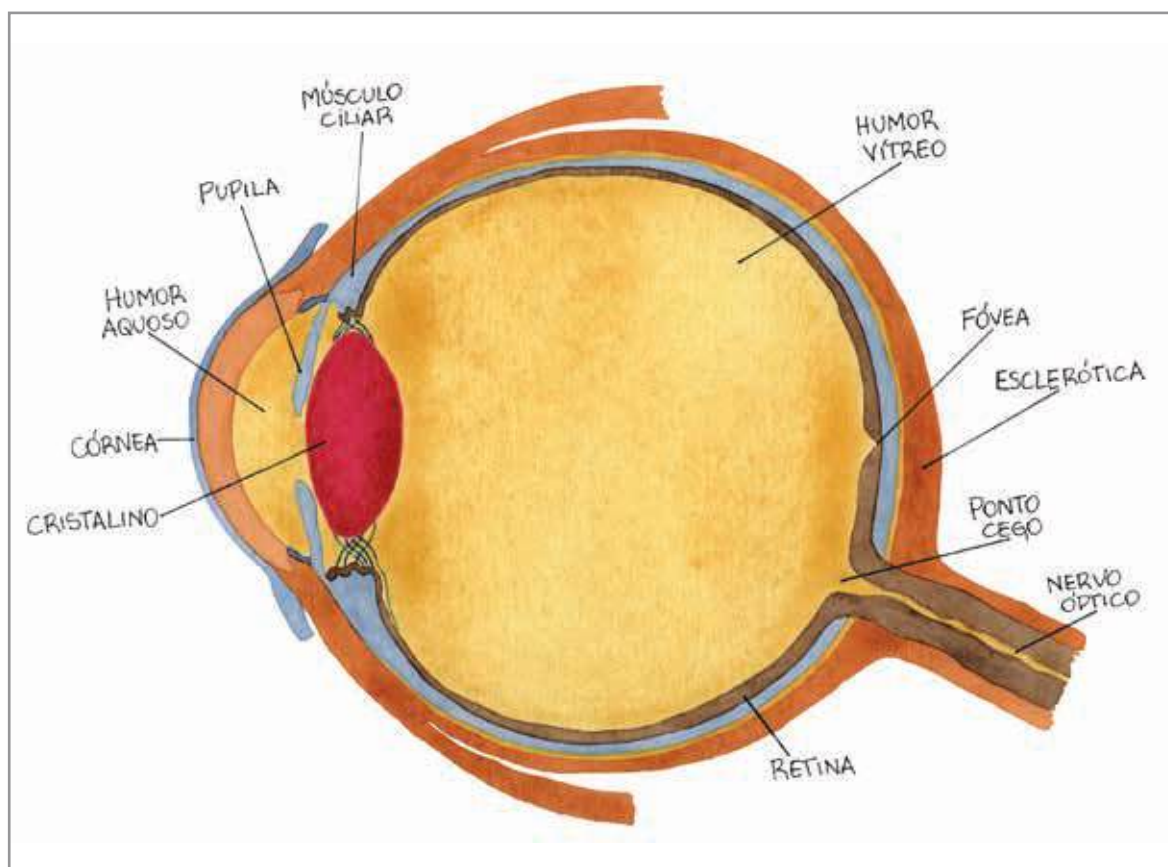


Figura 3.1 – O olho humano.

A córnea está localizada na parte da frente, onde tem lugar a maior parte da refração da luz que penetra no olho. Tem a superfície curva pronunciada, é transparente e possui uma espessura de aproximadamente 0.5mm. Atrás da córnea se encontra o humor aquoso, separada do humor vítreo por uma lente, o cristalino. O humor aquoso é continuamente absorvido, se renovando a cada quatro horas. Tem características da água salgada e é sustentado em sua posição pela pressão do humor vítreo, que é um líquido em forma de geleia transparente. Os índices de refração de ambos os líquidos são ligeiramente superiores ao da água.

O cristalino é a lente responsável por focalizar as imagens e é composto por uma substância fibrosa, formada por sucessivas camadas. Estas camadas variam no seu índice de refração, aumentando à medida que se caminha na direção do seu interior.

O olho focaliza os objetos voluntariamente, mediante a modificação do cristalino, que tem o poder de aumentar ou diminuir a sua espessura por ação dos músculos ciliares. A forma natural do cristalino é a de uma lente grossa, porém quando o olho enfoca objetos distantes, ela se torna delgada, pelo estiramento radial realizado por cordas (ligamentos suspensórios atados ao músculo ciliar). Por outro lado, quando enfoca objetos vizinhos, são produzidos esforços musculares involuntários, contraindo o músculo ciliar e comprimindo o cristalino para um menor diâmetro. Com isso se reduz a tensão dos ligamentos suspensórios, permitindo à superfície frontal do cristalino tomar uma maior curvatura. Quando se veem objetos muito distantes não se necessita esforço extra, e nesta posição o olho se encontra relaxado.

Um disco pigmentado, denominado íris, se coloca à frente do cristalino e é dotado de um orifício, a pupila, funcionando como um diafragma regulável. Uma parte muito pequena da luz que entra pela pupila volta a sair, daí sua coloração ser negra. Seu diâmetro varia de 1.5mm a 2mm quando exposta à iluminação muito intensa, e vai até 8mm a 10mm quando a iluminação é extremamente débil. Deste modo, a pupila regula o fluxo luminoso incidente na retina, protegendo-a. À medida que o olho recebe um fluxo luminoso crescente, a pupila vai se estreitando e a retina se torna menos sensibilizada. Esse mecanismo assegura a adaptação visual, permitindo ao olho operar eficientemente tanto em ambientes quase completamente escuros, como sob claridade intensa.

O olho é alimentado pelos vasos sanguíneos presentes na coróide, uma camada intensamente vascularizada, forrando a face interna da esclerótica. A face ainda mais interna da mesma esclerótica é revestida por uma membrana nervosa fotossensível, a retina.

Na retina se realiza a ligação entre o físico, o biológico e o psicológico da visão. É a parte do olho encarregada de transformar a energia radiante em impulsos nervosos, que são transmitidos ao cérebro através do nervo óptico. Na sua superfície, nota-se a divisão de duas áreas compostas pelos elementos fundamentais da percepção visual, os receptores denominados cones e bastonetes.

A parte central da retina, centro do nosso campo de visão, é denominada fóvea retiniana. Ela tem diâmetro da ordem de 1/4mm e é constituída exclusivamente pelos receptores visuais chamados cones. Devido à grande concentração de cones nessa região, a visão da fóvea é muito nítida. Ainda dentro da mesma fóvea, cada cone é ligado a uma fibra nervosa e, do lado de fora, vários deles podem ligar-se a uma mesma fibra nervosa. Em número aproximado de 7 milhões, os cones são destinados à visão diurna (ou fotópica) e à visão colorida.

Quando localizados na fóvea, propiciam a percepção dos pormenores e, quando esparsos pela retina, correspondem ao campo de visão periférica, propiciando uma visão geral do ambiente.

Na área central da fóvea não há bastonetes. Eles a envolvem, em número de 100 milhões aproximadamente. Destinados à visão noturna e periférica (ou escotópica), os bastonetes são insensíveis às diferenças de cor, proporcionando apenas a distinção de tonalidades de cinzas. Os bastonetes são fotorreceptores à base de proteínas, cuja sensibilidade é grande o suficiente para ser ativada até por um simples fóton. Esta proteína chama-se rodopsina (ou púrpura retiniana), ativada pelas chamadas proteínas G (pertencentes a uma família importante na resposta a fatores hormonais). No fenômeno da visão, a rodopsina é uma substância que exerce o papel de aumentar a sensibilidade da retina à luz. Pela ação da própria luz, a rodopsina se decompõe em outra proteína (opsina) e em retinol (aldeído da vitamina A) e este processo induz o início de uma série de reações codificadas bioquimicamente, que estimularão o nervo óptico, começando assim a transmissão dos impulsos nervosos até o cérebro.

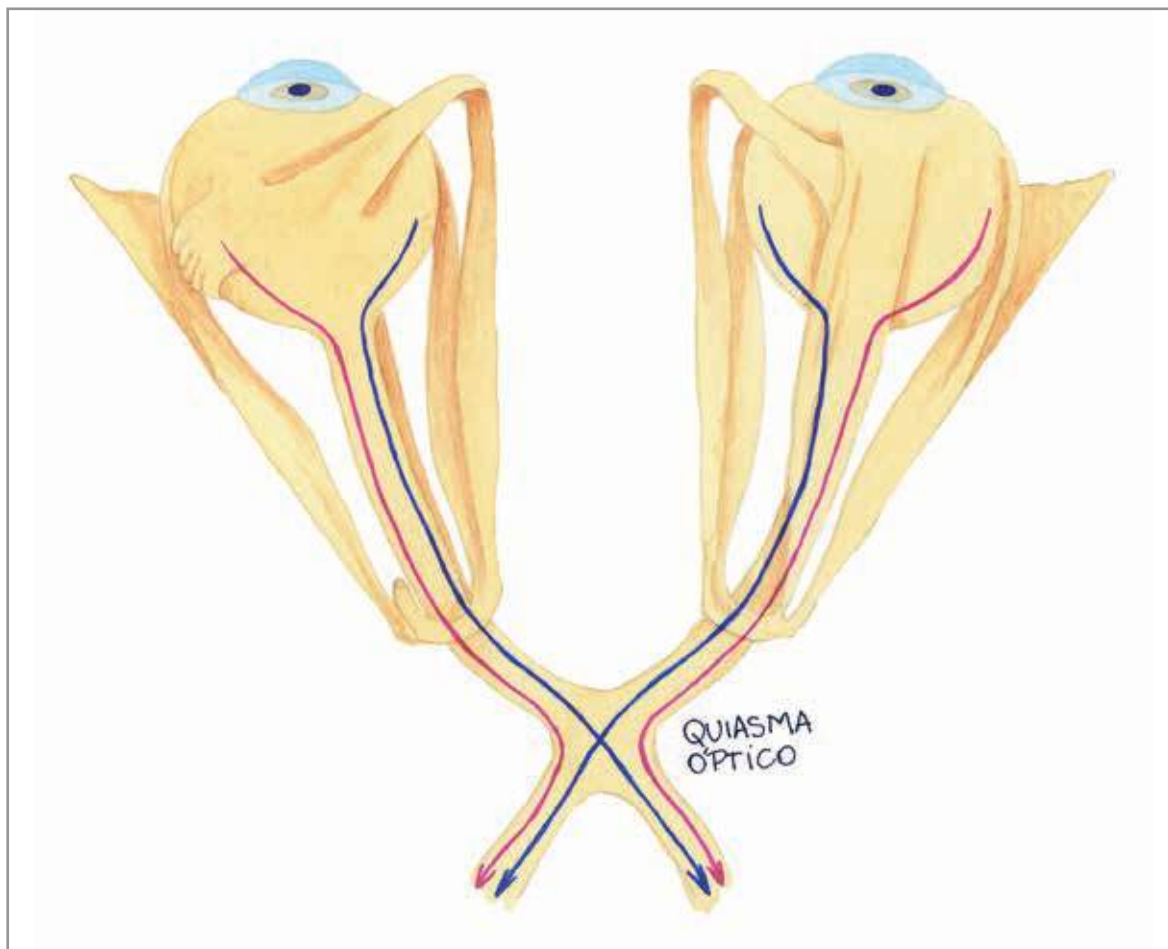
Os bastonetes e os cones formam dois sistemas visuais distintos. Para altos níveis de luz, os bastonetes mais sensíveis são saturados e não contribuem para a visão cromática. Por outro lado, sob essas condições de luz, os cones operam eficientemente e produzem uma visão cromática normal (ou fotópica). Para um baixo nível de luz, os cones não são suficientemente sensíveis para sofrerem estímulo. Assim, os bastonetes se encarregam de produzir a visão noturna (ou escotópica). A visão escotópica é também acromática porque os bastonetes contêm uma única forma de substância visual.

A camada da retina que contém os bastonetes e os cones está localizada na parte anterior do olho. Em frente a esta camada estão as células bipolares recebendo os sinais vindos dos bastonetes e cones. Exceto na fóvea, as células bipolares estão conectadas várias vezes a diversos bastonetes e cones. Do mesmo modo, cada bastonete ou cone está conectado a uma ou mais células bipolares, juntando as camadas da retina.

Em frente às células bipolares está outra camada da retina contendo as células ganglionares. Como acontece com as células bipolares, cada uma das células ganglionares localizada fora da fóvea recebe sinais oriundos de várias células bipolares. Dentro da fóvea, entretanto, cada célula ganglionar recebe a informação oriunda de apenas uma célula bipolar. As células ganglionares passam a informação recebida de cada fibra nervosa individualmente, formando uma rede rumo à retina e ligando-se para formar o nervo óptico.

O nervo óptico passa atrás da retina e, como mostra a Figura 3.2, vem do olho esquerdo e do direito, juntando-se no quiasma óptico. No quiasma óptico, as fibras do nervo óptico provenientes das metades internas das retinas (nasais) cruzam-se no quiasma, enquanto que as metades externas não se cruzam. Onde as fibras do nervo óptico se acabam a mensagem é

Figura 3.2 – Os músculos que movimentam os olhos e o quiasma óptico.



passada para outros nervos, continuando em direção ao córtex visual do cérebro, onde se dará a continuação da interpretação dos dados visuais, iniciada pela retina.

De acordo com Berry *et al.* (1999), a retina antecipa algumas interpretações de dados recebidos, agilizando principalmente o processo de defesa. Isto indica que uma parcela da interpretação da radiação luminosa tem início já na retina.

Conceitos fundamentais a partir da fisiologia dos órgãos visuais

- 1) Os olhos humanos são instrumentos de mais alta capacidade perceptiva, tornando o homem, ao longo do tempo, dependente de seu funcionamento para perceber o mundo visual.
- 2) Os olhos têm a efetiva função de tradução dos raios luminosos para o cérebro, o que os coloca numa situação de extrema importância para a atribuição cultural de significados a todos os objetos percebidos visualmente.
- 3) A parte do olho diretamente relacionada à visão cromática é a retina, membrana nervosa fotossensível onde se localizam todas as células fotoreceptoras (100 milhões de bastonetes e 7 milhões de cones).
- 4) Os cones são destinados à visão diurna e à visão colorida.
- 5) Os bastonetes são destinados à visão noturna e periférica, insensíveis às diferenças de cor, proporcionando apenas a sensibilidade aos cinzas.

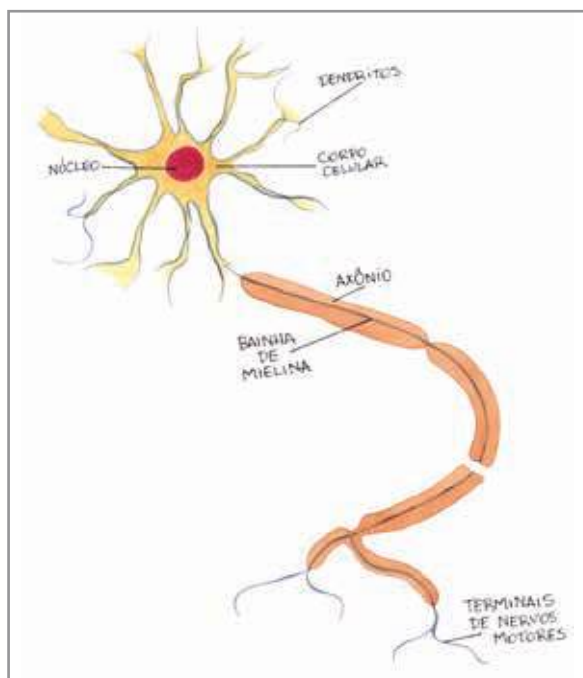
O SISTEMA NERVOSO

Na antiguidade acreditava-se saírem dos olhos raios que capturavam os objetos vistos no ambiente. Leonardo da Vinci já questionou esta crença na função ativa dos olhos na visão, colocando-os como órgãos passivos, mais como receptores das informações visuais, deixando para o sistema nervoso a tarefa da interpretação.

Apesar de já ser conhecido o papel interpretativo da retina, sabe-se que o sistema nervoso controla, coordena e interpreta as funções de todos os sistemas do organismo e é capaz de provocar respostas adequadas a partir dos mais diferentes estímulos.

Anatomicamente, divide-se o Sistema Nervoso em duas partes fundamentais: o sistema nervoso central (SNC) e o sistema nervoso periférico (SNP). O SNC é responsável primeiramente em levar até os órgãos efetadores as ordens iniciadas na porção central, enquanto o SNP é responsável por conduzir os estímulos ao SNC. O SNC é constituído por determinadas estruturas localizadas principalmente no esqueleto axial (coluna vertebral e crânio) e são a medula espinhal e o encéfalo (resumidamente, o cérebro). O SNP compreende os nervos cranianos e espinhais, os gânglios e as terminações nervosas, ligando o cérebro à medula espinhal.

Figura 3.3 – O Neurônio.



O sistema nervoso é composto de tecido nervoso ou neural. As células nervosas que o compõem são conhecidas como neurônios e classificadas em três categorias principais: neurônios sensoriais (transportam os impulsos dos receptores ao SNC), neurônios motores (transportam impulsos do SNC às células efetoras) e uma grande rede intermediária chamada interneurônios.

Essas unidades chamadas neurônios são a base fundamental para acontecer a percepção dos movimentos, os sonhos, enfim, as atividades que se desenvolvem no cotidiano. Os neurônios são numerosos formadores do sistema nervoso e apresentam três regiões de funções distintas na célula denominadas: corpo celular (principal fonte de força), dendritos (recepção dos estímulos) e axônio (saída dos estímulos interpretados), como mostra a Figura 3.3.

Em geral, os neurônios estão interligados, formando circuitos nos quais é possível encontrar o equivalente de fios condutores (as fibras axoniais dos neurônios) e conectores, conhecidos como sinapses. Existem sinapses químicas e elétricas e sabe-se pouco

sobre como elas participam das funções especializadas de condução através do tecido nervoso. A função das sinapses vai além de uma simples transmissão de informações, permitindo mais a sua interpretação.

Os feixes de axônios se ligam em sinapses e são a principal comunicação entre o cérebro e o resto do corpo humano. Eles formam os nervos por onde viajam alguns dos transmissores químicos, identificados pelos neurobiologistas como sendo a acetilcolina, a noradrenalina, a dopamina, entre outros (WANDELL, 1995).

Os dendritos conduzem os sinais para os neurônios. Estes parecem muitas vezes aleatoriamente colocados, mas em outras partes, eles parecem se comportar organizadamente, como, por exemplo, no córtex visual, onde se dispõem em camadas. Os sinais viajam através dos axônios e dendritos na forma de impulsos elétricos. Ocorrendo alguma alteração do repouso, como, por exemplo, quando um receptor retiniano é estimulado por raios de luz, os dendritos negativos passam a positivos, dando início a um fluxo de corrente que percorre o nervo como uma onda. Esta trajetória é percorrida muito mais lentamente quando comparada à eletricidade e é o que chamamos tempo de reação do ser humano, medido em quase meio segundo. Este tempo relativamente longo de reação é a motivação da pesquisa sobre a antecipação da percepção dos movimentos pela retina.

O córtex cerebral é a sua superfície e se apresenta como uma espiral enrolada. Ele se ocupa predominantemente do controle motor dos membros e dos órgãos sensoriais; e está dividido, como mostra a Figura 3.4, em lobo frontal, lobo temporal, lobo parietal e lobo occipital.

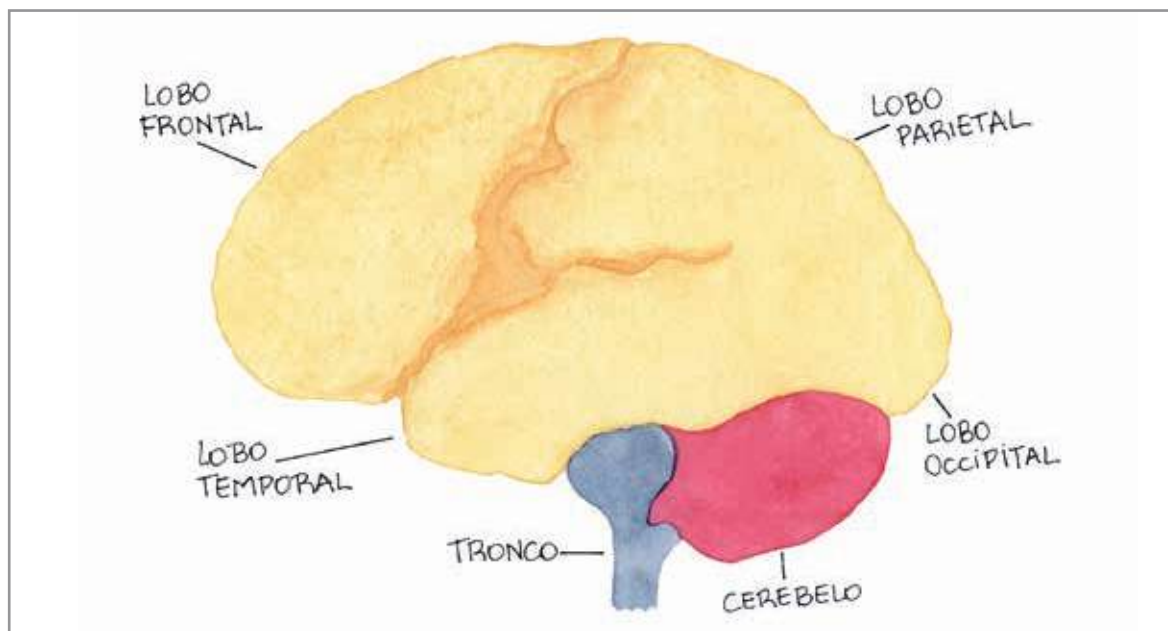


Figura 3.4 – Principais divisões do sistema nervoso central.

A divisão histológica do córtex cerebral em 47 áreas distintas, concluída por Korbinian Brodmann, ainda é empregada por fisiologistas e clínicos, por acharem estas áreas próximas da divisão em zonas funcionais do cérebro.

Os chamados lobos corticais foram divididos por Brodmann em 47 números correspondentes às diferentes combinações celulares, que naturalmente desenhariam uma determinada citoarquitetura. De acordo com esta numeração, o córtex visual está localizado primeiramente nos lobos occipitais, sendo dividido em um córtex visual primário e áreas visuais secundárias.

O córtex visual primário situa-se na parte medial de cada lobo occipital. Essa área é o ponto final de chegada dos sinais visuais mais diretos provenientes dos olhos, e corresponde à área cortical 17 de Brodmann, frequentemente chamada de área visual I ou, simplesmente, V1.

As áreas visuais secundárias (áreas 18 e 19 de Brodmann), também chamadas áreas visuais de associação, localizam-se em posição anterior, superior e inferior ao córtex visual primário. Os sinais que alcançam as áreas visuais secundárias são chamados também secundários por necessitarem uma interpretação adicional.

As áreas 18 e 19 de Brodmann (mostradas na Figura 3.5) são as áreas de associação para onde se dirigem praticamente todos os sinais que passam pelo córtex visual primário. Por este motivo, a área 18 de Brodmann é denominada área visual II ou, simplesmente, V2. As áreas visuais secundárias mais distantes têm designações específicas V3, V4 e assim por diante.

Segundo pesquisas realizadas com aparelhos para visualizar o cérebro como a tomografia e a ressonância magnética, a área V1 responde aos comprimentos de onda, mas não à cor. Já as áreas V2 e V3 são transmissoras e intermediárias, enquanto que a área V4 responde à cor (BARTELS; ZEKI, 2000).

Recentemente, pesquisadores descobriram ainda uma subdivisão na área V4. A importância de todas essas áreas visuais do cérebro reside nos vários aspectos da imagem visual, progressivamente dissecados e analisados em cada uma delas separadamente.

O córtex visual está subdividido em seis camadas distintas e é organizado estruturalmente em tantas colunas verticais quantas são as células neuronais.

Os sinais visuais aferentes que chegam à área V4 especificamente são processados e, em seguida, enviados ao longo da unidade colunar vertical, tanto em direção à superfície como em direção às regiões corticais mais profundas. Admite-se esse processamento como responsável pela leitura dos segmentos da informação visual, que chegam separadamente ao córtex, ao longo de toda via visual. Os sinais são enviados em direção à superfície cortical e excitam os neurônios podendo, eventualmente, transmitir sinais de ordem superior lateralmente por curvas

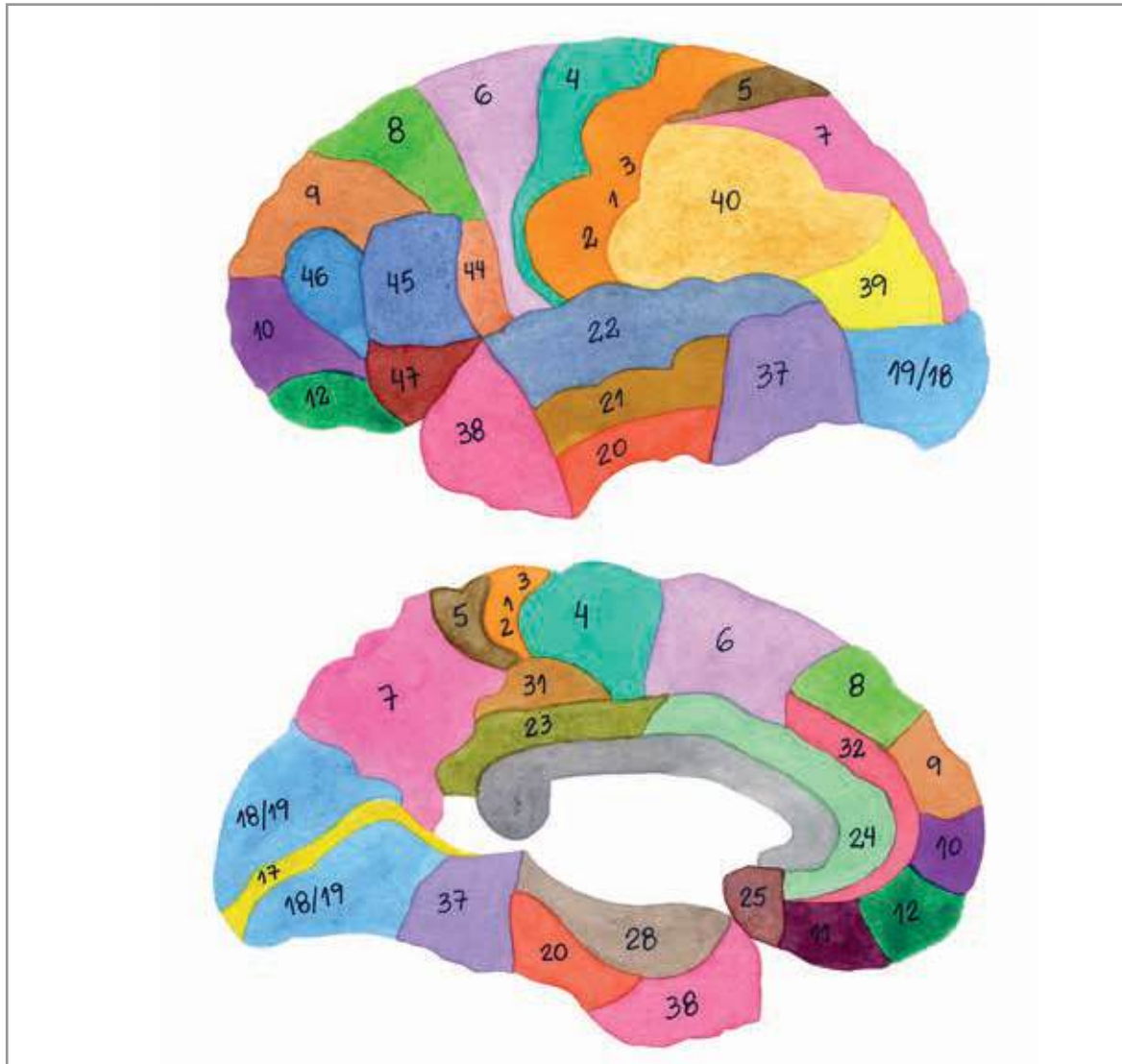


Figura 3.5 – As principais áreas de Brodmann.

distâncias no córtex. Por outro lado, os sinais enviados em direção às camadas mais profundas excitam os neurônios que, por sua vez, transmitem sinais para distâncias muito maiores.

Entre as colunas verticais visuais encontram-se dispersas algumas áreas colunares especiais denominadas bolhas de cores. Estas estruturas recebem sinais laterais das colunas visuais adjacentes e respondem especificamente a sinais de cores, motivo pelo qual se presume que essas bolhas são as áreas primárias para a decifração da cor. Algumas bolhas de cores também são encontradas em áreas visuais secundárias, provavelmente desempenhando funções de nível mais elevado na decifração das cores.

A detecção fisiológica visual da cor é feita basicamente pelo contraste de cores, que existe tanto entre cones adjacentes como entre cones distantes entre si. Por exemplo, uma área vermelha é sempre contrastada contra uma área verde, ou uma área azul contra uma vermelha, ou uma área verde contra uma amarela. Estas cores podem também ser contrastadas contra uma área branca dentro da cena visualizada.

Na verdade, é esse contraste com o branco que é o principal responsável pelo fenômeno denominado constância cromática, isto é, quando a cor da luz de iluminação se modifica, a cor do branco muda com a luz e a apreensão cerebral adequada permite que o vermelho seja interpretado como vermelho, apesar da fonte de iluminação ter, na verdade, alterado a cor do espectro incidente nos olhos.

O mecanismo de análise do contraste de cor depende do fato de cores contrastantes excitarem mutuamente algumas células neuronais. Presume-se que os detalhes iniciais do contraste de cor sejam detectados por células simples, enquanto os contrastes mais complexos são detectados por células complexas e hipercomplexas, formando fisiologicamente a visão humana das cores.

Conceitos fundamentais a partir do sistema nervoso humano

- 1) O sistema nervoso é composto pelas células nervosas, os neurônios, que são a base para a percepção das atividades do cotidiano.
- 2) Os neurônios estão interligados, formando circuitos e sinapses.
- 3) A parte do córtex cerebral destinada à percepção visual está localizada nos lobos occipitais. As áreas são denominadas V1, V2, V3 e V4.
- 4) A percepção fisiológica da cor é feita através dos contrastes detectados pelos cones. O contraste com o branco é o principal responsável pelo fenômeno da constância cromática.

A VISÃO HUMANA DAS CORES

Dentre as teorias que explicam a visão humana das cores, duas se destacam: a desenvolvida por Thomas Young e Herman von Helmholtz (Teoria Young-Helmholtz), e a desenvolvida por Edwin Land (Teoria Retinex). Atualmente, a teoria aceita como explicativa da visão humana das cores é um composto destas duas.

No que se refere aos dados fisiológicos da visão cromática, as deduções de Thomas Young, complementadas depois por Helmholtz, são hoje mundialmente conhecidas sob a denominação de Teoria Tricromática da Visão Cromática.

Se houvesse em nossos olhos receptores sensíveis a todas as cores isoladas, teria de haver pelo menos 200 espécies de receptores. Isso não acontece pela constatação de que podemos ver quase tão bem sob luz colorida quanto sob luz branca. Young viu isso claramente. Em 1801, ele escreveu que três espécies de cones constituem a parte central da retina, ou a fóvea retiniana. Estes cones têm a capacidade de movimentar três sensações que se diferenciam da seguinte forma: o primeiro grupo de cones se sensibiliza primeiramente com a ação das ondas luminosas longas e resulta na sensação do vermelho (produzindo secundariamente as sensações do verde e do azul), já o segundo grupo se apresenta fortemente sensível às ondas de comprimento médio, o qual produz o verde (sendo secundariamente o vermelho e o azul) e, por fim, o terceiro grupo é sensível primeiramente ao azul (tendo como sensibilidade secundária o vermelho e o verde).

Porém, a principal conclusão de Young foi a de que quando os três grupos de cones são estimulados ao mesmo tempo com uma mesma energia, produz-se a sensação do branco.

O ponto crucial do problema estava no fato de todas as cores estarem representadas por apenas algumas espécies de receptores. Além disso, Young estava certo ao supor que eram três? As chamadas cores principais (vermelho, verde e azul) correspondentes podiam ser definidas em parâmetros numéricos?

Primeiramente, o fato de toda gama de cores ser dada por apenas algumas delas, as cores principais, foi sustentado pela argumentação de que as cores podiam ser misturadas.

Hoje se sabe que, a este respeito, o olho se comporta diferentemente do ouvido. No ouvido, dois sons podem ser misturados, resultando num terceiro som claramente identificável como composto. Porém duas cores quando misturadas produzem uma terceira cor na qual os componentes não podem ser identificados. Por exemplo, o amarelo é obtido pela combinação das luzes vermelha e verde. Young sugeriu que o amarelo seria sempre visto pela mistura vermelho-verde,

não existindo um tipo separado de receptor sensível à luz amarela, mas sim dois grupos de receptores sensíveis, respectivamente, ao vermelho e ao verde, cuja atividade combinada produziria a sensação do amarelo.

Portanto, a teoria Young-Helmholtz descreve, através de dados obtidos com experimento com manchas de luz coloridas, que existem três espécies de receptores sensíveis à luz (cones) reagindo, respectivamente, ao vermelho, ao verde e ao azul (ou violeta), e todas as cores são vistas pela mistura dos sinais provenientes dos três sistemas.

Apesar disso, a visão cromática é algo superior ao que se pode concluir através dos experimentos com as manchas coloridas. Land, sendo fotógrafo, demonstrou em 1977 que a mistura cromática de simples manchas de luz não constitui toda a história da percepção da cor. Com um artigo na revista *Scientific American*, Land (1977) enfatizou as adições à experiência de cor gerada pelas situações mais complicadas entre fotografias e objetos reais. Seu trabalho serve para mostrar os perigos de se perder de vista os fenômenos, através da exagerada simplificação das situações, visando experimentos hábeis.

Land repetiu o experimento de mistura de cores de Young, agora através de transparências com imagens fotográficas ao invés das manchas de luz. Ele simplificou o experimento de Young em duas cores e descobriu que uma surpreendente riqueza cromática é fornecida por apenas dois comprimentos de onda luminosa, quando estes formam padrões ou imagens. A experiência consistiu em obter dois negativos fotográficos da mesma cena, cada um através de um filtro diferente de cor. Os negativos foram convertidos em transparências positivas, e então estas foram projetadas através de seus filtros originais, para dar imagens sobrepostas na tela. Ótimos resultados foram obtidos simplesmente com um filtro vermelho para um projetor e nenhum filtro no outro. Pelo experimento de Young, dever-se-ia ver somente níveis de rosa de vários níveis de saturação, mas isto não aconteceu, apenas verde e outras cores não fisicamente presentes foram observadas.

Embora Young tivesse descoberto que as tonalidades espectrais e o branco podiam ser produzidos pela mistura de três luzes, não é possível produzir absolutamente todas as cores que possam ser vistas. Por exemplo, o castanho não pode ser produzido, nem as cores metálicas, como prata e ouro, pela simples mistura do vermelho, do verde e do azul.

Se considerar-se um *slide* comum projetado numa tela, ele nos dará todas as cores visíveis, consistindo apenas das três luzes do experimento de Young. O filme colorido nada mais é do que um complexo arranjo espacial de três filtros coloridos e, entretanto, ele nos dá o castanho e as outras cores que Young foi incapaz de produzir com suas três cores básicas. Quando as três luzes são dispostas em padrões complexos e, especialmente, quando representam objetos reconhecidos na sua forma, textura,

etc., vê-se um maior repertório de cores do que quando as mesmas luzes estão presentes num padrão simples, isoladas.

Land observou também que quando modificava a cor da fonte de luz incidente num determinado cenário registrado numa fotografia, sua coloração se alterava na imagem fotográfica, mas não nos olhos do observador.

Grandes questões então se formalizaram: por que podemos afirmar ser a grama verde mesmo quando ela está sob uma forte iluminação monocromática vermelha? Que tipo de mecanismo mantém a cor grudada em seu objeto original? Além disso, o que faz uma cor poder ser comparada a diferentes tons de cinza em diferentes tipos de iluminação?

Este fenômeno é hoje estudado como a constância da cor e ainda não está completamente explicado. Supõe-se que inicialmente o cérebro apreende, a partir de todas as cores do cenário, a totalidade cromática geral da cena. Essa apreensão seria feita a partir de algumas áreas desta cena percebidas como brancas. O cérebro utilizaria a informação do matiz da coloração geral da cena e se ajustaria quase matematicamente à cor modificada pela nova fonte de luz incidente.

Como já se viu, existem por todo o córtex visual primário blocos celulares, denominados bolhas de cor. Fisiologicamente, estas bolhas apontam para uma constância de cor quando a luz da cena muda seu comprimento de onda e por isso acredita-se que o sistema visual responsável por este fenômeno da constância da cor se situe em algum lugar nas vizinhanças destas bolhas.

Para Helmholtz, o fenômeno da constância da cor era uma maneira de nos manter coerentes na percepção em geral. Ele acreditava que a estabilidade criada a partir dos inúmeros dados caóticos do mundo visível não seria possível se nossas percepções fossem meros reflexos passivos desses dados.

Outro parâmetro da percepção visual das cores se estabelece no equilíbrio entre o que é percebido como normal, como ilusório e como anormal.

Conceitos fundamentais da visão humana das cores

- 1) A visão humana das cores é explicada num composto de duas teorias: Young & Helmholtz e Edwin Land.
- 2) Young & Helmholtz: Teoria Tricromática da Visão Cromática. A retina possui três espécies de cones sensíveis à luz, reagindo, respectivamente, ao vermelho, ao verde e ao azul. Todas as cores são vistas pelo resultado da mistura desses três estímulos. Se são estimulados ao mesmo tempo, produzem a sensação do branco.
- 3) Edwin Land: a visão cromática é algo complexo e maior que a simples mistura dos estímulos advindos dos cones.
- 4) Fenômeno da constância cromática: a cor está “grudada” perceptivamente em seu objeto original.

ATIVIDADE #5

OBSERVAÇÃO DA COMPOSIÇÃO DAS CORES E DIVISÃO EM PORCENTAGENS DE PRIMÁRIAS

Objetivo: trazer à consciência o processo inconsciente de percepção fisiológica das cores.

Descrição: observar cartazes, *outdoors*, letreiros, arte urbana. Separar cada uma das cores da composição nas primárias cores-pigmento transparentes (magenta, ciano e amarelo), branco e preto, em porcentagens de uso.

DISTÚRBIOS DA VISÃO CROMÁTICA

Estudar os limites da visão cromática impostos pelos distúrbios fisiológicos é tão importante quanto estudar a visão cromática normal, pois assim como a visão das cores se dá principalmente nas diferenças perceptivas entre uma cor e outra, pode-se também aprender sobre a percepção cromática normal através das diferenças com outra construção perceptiva, como a de alguém que possui algum tipo de distúrbio fisiológico da visão cromática.

As diversas formas de confusão de cor foram primeiramente descritas pelo químico John Dalton, em 1798, quando ele mesmo se percebeu tendo sérias dificuldades em reconhecer as substâncias químicas somente pela cor. Essa dificuldade em reconhecer corretamente as cores é chamada daltonismo justamente em homenagem a ele.

A razão do atraso nas pesquisas sobre o daltonismo deve-se em parte pelo fato de designarem-se os objetos de acordo com vários critérios e não somente pela cor, o que dificultou a observação do problema. Por exemplo, chama-se uma folhagem de verde, independente da sensação ser ou não a mesma para diferentes pessoas. As folhagens são plantas geralmente encontradas em parques ou jardins, e a sensação de cor que elas nos dá a todos é chamada de verde. Mas, identifica-se uma folhagem também por outras características além de sua cor: a forma das folhas, sua densidade, etc., isto é, se tem propensão a confundir a cor, existem outras provas suficientes para identificá-la como folhagem. Sabe-se de antemão que ela é verde, e a chama-se de verde mesmo quando está sob forte luz vermelha ou até na penumbra.

Por outro lado, os testes de visão cromática dependem do isolamento da cor como característica identificadora, tornando fácil demonstrar se um indivíduo tem aptidão normal para a distinção entre as diferentes cores.

Apesar das dificuldades de reconhecimento, são definidos dois tipos de deficiências na visão cromática. O primeiro tipo é aquele onde a deficiência se localiza na retina, ou seja, nos receptores chamados cones, as células fotossensíveis da retina, gerando deficiências em determinadas cores, enquanto que o segundo tipo são as acromatopsias (cegueira para a cor) causadas por lesões na retina ou nos lobos occipitais do cérebro, nas regiões 17, 18 ou 19 de Brodmann, as regiões responsáveis pela recepção e interpretação do estímulo visual proveniente dos olhos.

A confusão cromática mais comum é a do primeiro tipo, entre vermelho e verde, mas existem muitas outras espécies dos chamados daltonismos. A cegueira cromática causada por danos na retina é classificada em três tipos principais, baseados nos três supostos sistemas de

receptores: os protanópicos (para a percepção anômala do vermelho), os deuteranópicos (para a percepção anômala do verde) e os tritanópicos (para a percepção anômala do azul).

As pessoas com essas deficiências são descritas como tendo visão cromática anômala. Isso significa que, embora possuam condições fisiológicas (cones) para fazer a mistura das três luzes coloridas (R, G e B), utilizam proporções nesta mistura diferentes das pessoas normais. Por outro lado, a cegueira total para as cores, ou a acromatopsia, pode ser gerada de forma congênita ou adquirida.

A acromatopsia adquirida, devido a lesão cerebral, denomina-se acromatopsia central, e embora já tenha sido descrita há mais de três séculos, continua sendo uma situação rara e pouco estudada. Neste caso, o distúrbio se deve à discriminação de matizes, ou seja, o acromatópsico não consegue, por exemplo, ordenar uma série de fios de lã coloridos de acordo com os matizes (teste de Holmgren) e pode queixar-se que as cores perderam seu brilho ou que tudo parece acinzentado. A acromatopsia aparece frequentemente associada aos defeitos do campo visual e à prosopagnosia (tipo de defeito visual pelo qual a pessoa não consegue identificar uma face familiar). Com mais frequência, os defeitos do campo são bilaterais e tendem a afetar os quadrantes superiores. Entretanto, podem existir acromatopsias plenas do campo visual com conservação da acuidade visual e da visão para formas (SACKS, 1995).

Alguns estudos têm sido feitos em pacientes acromatópsicos, principalmente no sentido de descobrir se esta deficiência acontece isoladamente ou acompanhada de sintomas advindos de outras regiões do cérebro (DAMÁSIO *et al.*, 1980), na tentativa de mapear as áreas do cérebro responsáveis pela percepção cromática ou o chamado centro de cor.

Apesar do atraso nas investigações, já se tem um século de pesquisas em torno da acromatopsia. O primeiro pesquisador a descrever a acromatopsia foi Verrey, que mapeou a deficiência total das cores com estudos *post mortem*. Segundo ele, o defeito resultava numa perda unilateral até os giros fusiforme e lingual do cérebro. A partir de Verrey, vários autores vêm estudando pacientes com acromatopsia, dentre eles Damásio, Heywood e Cowey, e Sacks.

Estes autores têm descoberto que a construção perceptiva do universo colorido de cada indivíduo está muito além dos aspectos físicos ou fisiológicos tidos isoladamente. Ao contrário, a “reconstrução” do mundo visual cromático, estudada em pacientes acromatópsicos, tem mostrado que a percepção cromática é uma composição complexa entre a fisiologia de cada indivíduo, a física de cada elemento cromático da cena observada e a cultura na qual este indivíduo está inserido.

ILUSÕES PERCEPTIVAS VISUAIS CROMÁTICAS

As ilusões perceptivas visuais cromáticas estão a meio caminho entre a visão cromática normal e os distúrbios fisiológicos da visão cromática. Neste item vamos ver sua importância como composto da percepção cromática.

Nos itens como a Lei do Contraste Simultâneo das Cores, destacaremos as situações de indução recíproca das cores escolhidas pelo químico francês Chevreul e o fenômeno da Cor Inexistente, onde em anteparos brancos ou pretos se vê outras reflexões coloridas.

As cores de contraste (geradas pelo contraste simultâneo, sucessivo ou misto das cores), as cores induzidas (geradas por mutação cromática) e o fenômeno da cor inexistente são classificados na teoria da cor como cores fisiológicas ilusórias.

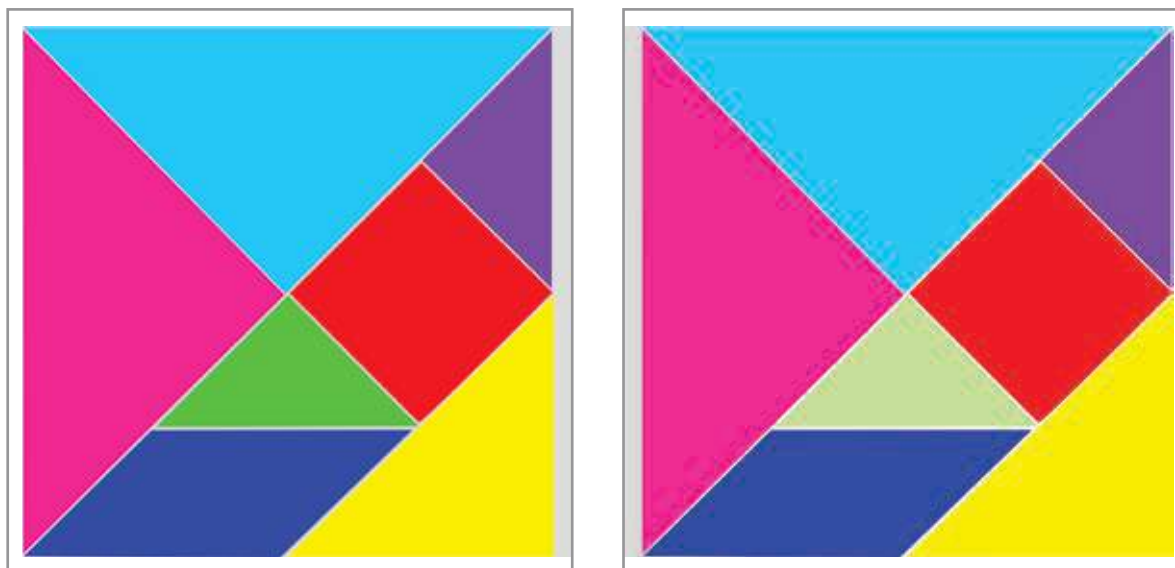
A razão desta classificação se dá em decorrência principalmente da grande complexidade que envolve estes fenômenos ainda não inteiramente esclarecidos. Todas estas cores são geradas a partir da relação de umas com as outras, de onde vem todo o espetáculo e, ao mesmo tempo, a dificuldade da harmonia cromática.

LEIS DO CONTRASTE SIMULTÂNEO DAS CORES

Michel-Eugène Chevreul, químico francês e estudioso da teoria da cor, tinha como princípio: “Colocar cor sobre uma tela não é apenas colorir dessa cor a parte da tela sobre a qual o pincel foi aplicado; é ainda colorir da cor complementar dessa cor o espaço que lhe é contíguo” (PEDROSA, 1982, p. 167).

Quer dizer, colocar qualquer quantidade de cor sobre uma tela é movimentar todas as faixas do espectro, criando tensões entre a cor aplicada, o fundo da tela e as demais cores existentes no quadro. Na Figura 3.6, pode-se perceber como um pequeno acréscimo de branco numa única cor, localizada na forma triangular central da figura, pode alterar completamente todas as relações cromáticas da imagem.

Figura 3.6 – Uma simples mudança de tom em uma das formas altera o todo harmônico.



Em sua obra principal *Da Lei do Contraste Simultâneo das Cores*, Chevreul descreve três espécies de contrastes: o contraste simultâneo, o sucessivo e o misto. Denomina-se contraste simultâneo das cores o fenômeno registrado ao observarmos os objetos coloridos simultaneamente. Algo parece acontecer com suas cores por recíproca influência. O fenômeno do contraste simultâneo ocorre mais claramente na linha de junção entre duas cores, como se pode perceber na linha do meio dos quadrados divididos na Figura 3.7. O verde fica mais intenso quando se aproxima do vermelho ou do azul, o laranja fica mais intenso quando se aproxima do vermelho ou do azul.

No exemplo da Figura 3.7, pode-se perceber que há uma influência recíproca entre dois tons: o vermelho torna-se mais vermelho por ação do verde, enquanto o verde mais verde por ação do vermelho. Abaixo o vermelho inclina-se para o violeta e o laranja para o amarelo.

Os fenômenos denominados contrastes sucessivos das cores são percebidos a partir da saturação dos olhos pela cor de um objeto durante algum tempo e, deslocando-se em seguida para um anteparo, aparece então a imagem deste objeto na sua cor complementar, como mostra a Figura 3.8.

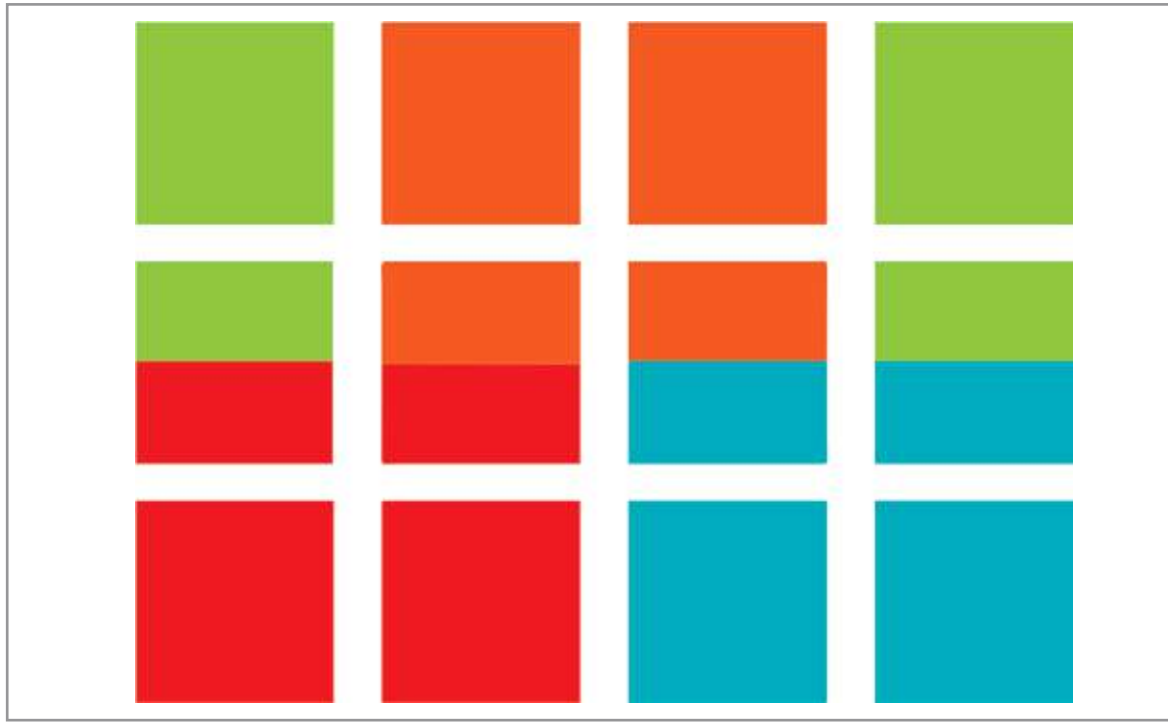


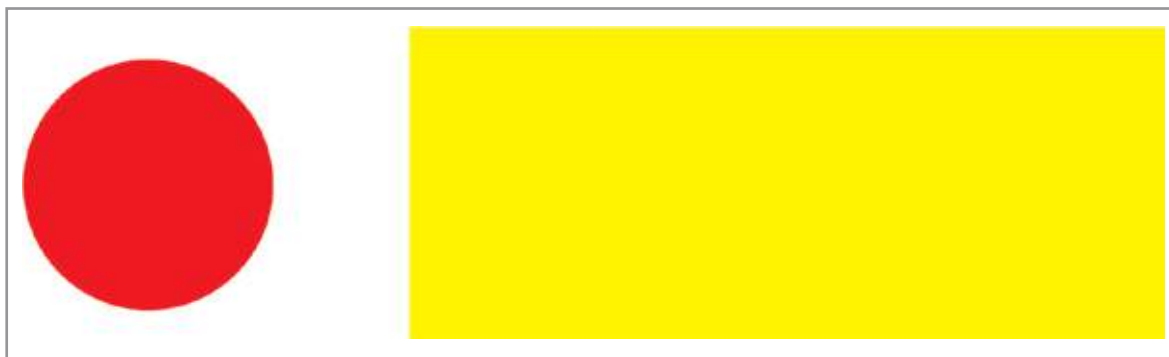
Figura 3.7 – Fenômeno do contraste simultâneo das cores que ocorre mais fortemente na linha de junção entre duas cores.



Figura 3.8 – O fenômeno do contraste sucessivo é percebido nesta figura se saturarmos a retina durante 10 segundos, deslocando o olhar posteriormente para o anteparo branco à direita.

A junção dos dois tipos anteriores é chamada contraste misto, isto é, este acontece quando se satura a retina com uma cor e carrega-se a cor complementar nesta forma para um suporte que já possui cor, ocorrendo uma mistura da cor fisiológica resultante da saturação com a cor físico-química do anteparo. Pode-se perceber este fenômeno especificamente seguindo-se a Figura 3.9.

Figura 3.9 – Depois de saturar a retina pela fixação do círculo vermelho, olhando-se para o retângulo amarelo ao lado, produz-se a mistura da imagem complementar do vermelho com a cor físico-química observada.



A partir deste mapa das diferentes espécies de contrastes, Chevreul demonstrou deduções de harmonização cromática, cujas conclusões chamaram a atenção dos pintores. Por exemplo, como as cores complementares pertencem a gêneros opostos, Chevreul demonstrou que quando uma cor quente é justaposta a uma cor fria ambas se destacam reciprocamente. Ao mesmo tempo deduziu que duas cores quentes justapostas se esfriam mutuamente, enquanto que duas cores frias justapostas, ao contrário, se esquentam.

Na Figura 3.10 pode-se observar uma dupla de cores quentes como um vermelho ao lado de um laranja. Neste caso, o vermelho se esfria pelo azul resultante da saturação do laranja. O laranja, por sua vez, se esfria pelo verde resultante da saturação do vermelho.

Figura 3.10 – Duas cores quentes se esfriam mutuamente quando colocadas próximas.



Baseando-se nessas observações e deduções, Chevreul montou uma tabela de mais de 20.000 tons de cores catalogadas e um Método de Observação das cores, como já foi comentado anteriormente, observando que duas áreas coloridas justapostas sofrem modificações perceptivas simultâneas para os olhos, relativas à altura do valor e à composição física destas mesmas cores (CHEVREUL, 1855), como mostra a Figura 3.11. Nesta imagem fica difícil acreditar que se trata do mesmo vermelho, do mesmo laranja, do mesmo amarelo, do mesmo roxo ou do mesmo verde. Quando essas cores são colocadas perto de outras, elas se modificam sensivelmente.

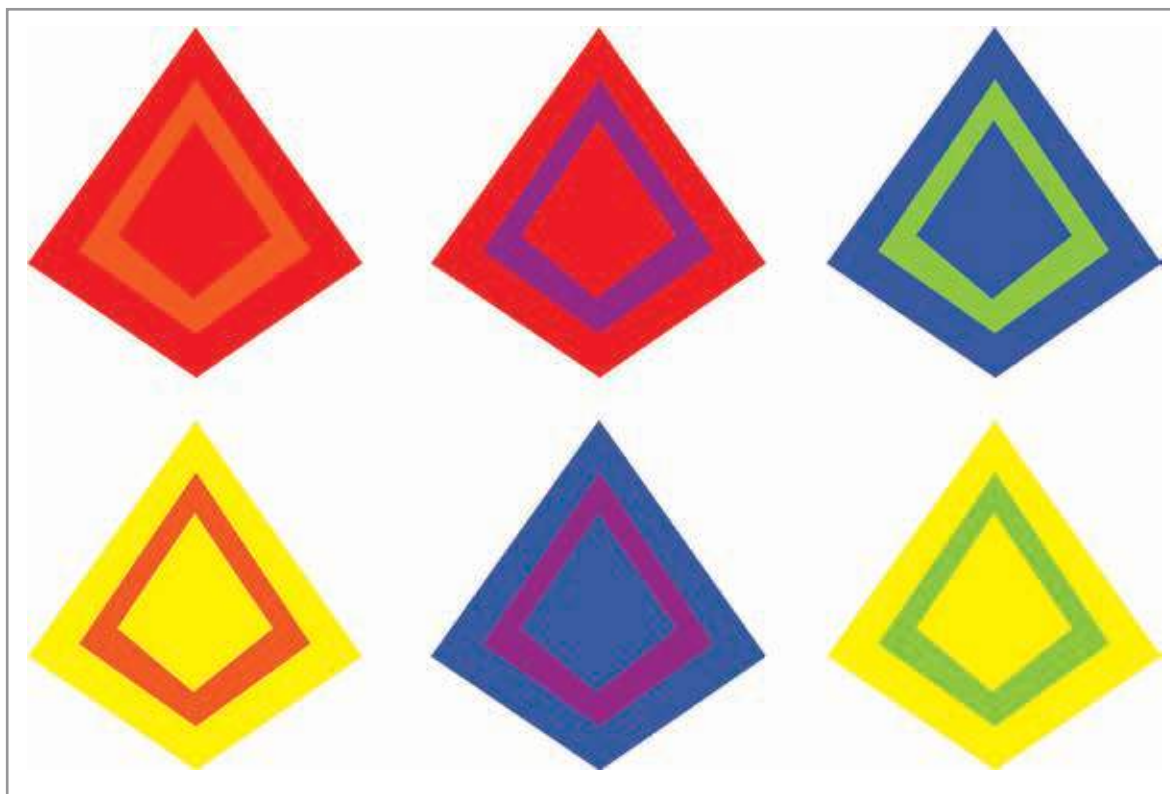
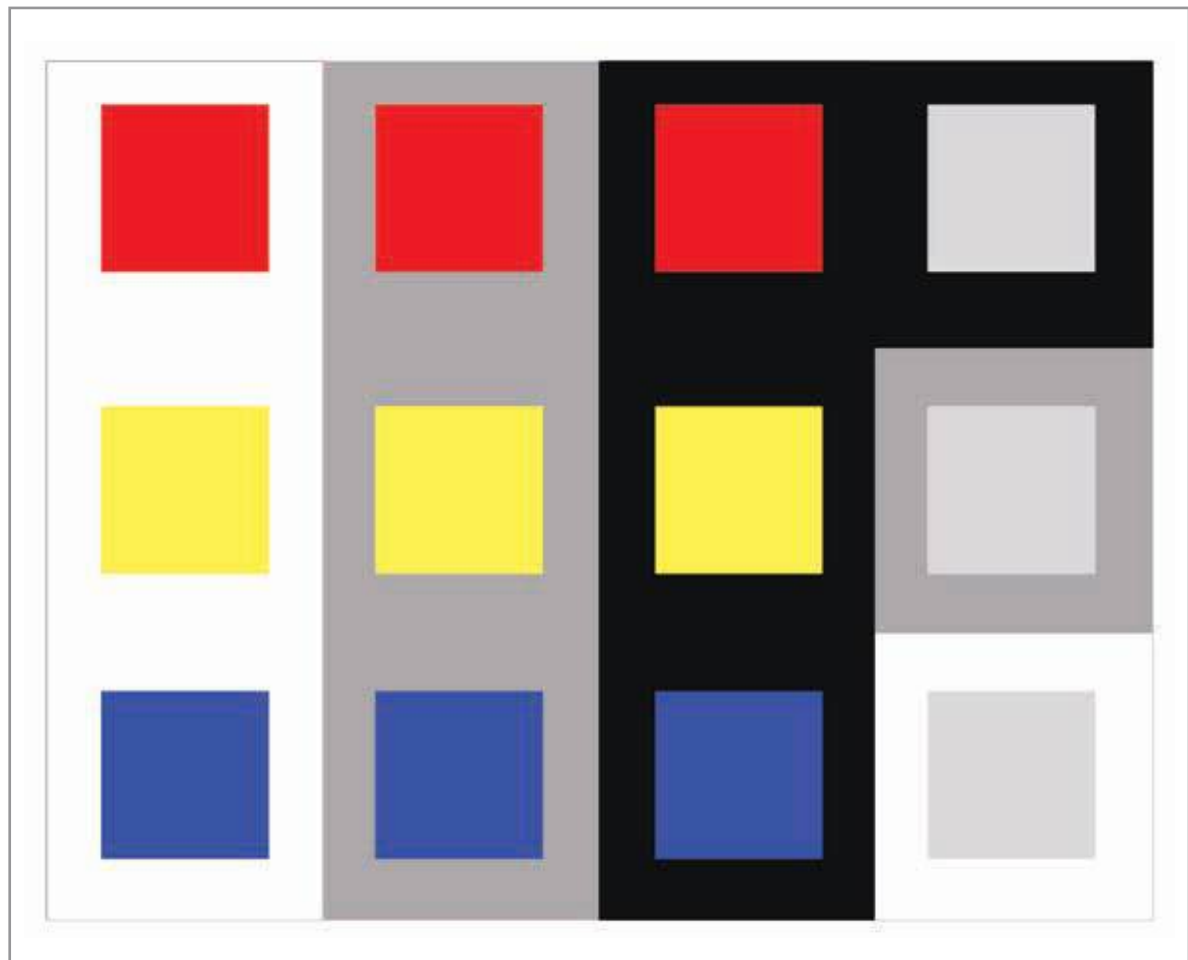


Figura 3.11 – Cores justapostas.

Uma vez conhecida a lei de contraste de valor e de tom, conseguimos manipular as cores com maior facilidade em direção a uma harmonia cromática. Por essa lei, as cores complementares tingem os fundos brancos ou coloridos, interferindo assim na harmonia cromática do todo.

Outra coisa importante para se ter em conta na hora de colocar a cor em projetos é que, para Chevreul, o cinza era o anteparo perfeito para as cores de contraste. Colocar cinza ao lado de uma cor era torná-la mais brilhante. Ao mesmo tempo, o preto rebaixa o valor de todas as cores que estão ao seu lado, como mostram os exemplos da Figura 3.12. Observando-se esta figura, podem-se tirar algumas conclusões, como, por exemplo, que o vermelho perde luminosidade sobre um fundo branco e ganha contraste sobre um fundo preto. O mesmo ocorre com o amarelo, enquanto que o azul fica ainda mais frio sobre um fundo branco e luminoso sobre um fundo preto. Em relação aos contrastes gerados pelo preto, branco e cinza, pode-se ainda observar que o mesmo cinza parece ficar mais escuro em contraste com o branco e mais luminoso em contraste com o preto.

Figura 3.12 –
Contraste de tons e
valores.



MUTAÇÕES CROMÁTICAS

Por mutações cromáticas englobamos todas essas manifestações das cores fisiológicas, que acontecem devido aos contrastes simultâneos, sucessivos ou mistos, ou seja, fenômenos onde fisiologicamente há alterações das cores (induzidas) na presença de outras (indutoras).

Apesar das várias críticas a respeito de seus experimentos ópticos, as conclusões de Newton a respeito das cores não sofreram grandes alterações. A partir dessas conclusões, sabe-se que a reflexão de certos raios luminosos pode atingir o seu máximo, isto é, o objeto colorido pode atingir o seu pico de saturação. Quando isso acontece, a retina também é sensibilizada no seu máximo, exaltando as cores complementares que estavam submersas na periferia do objeto.

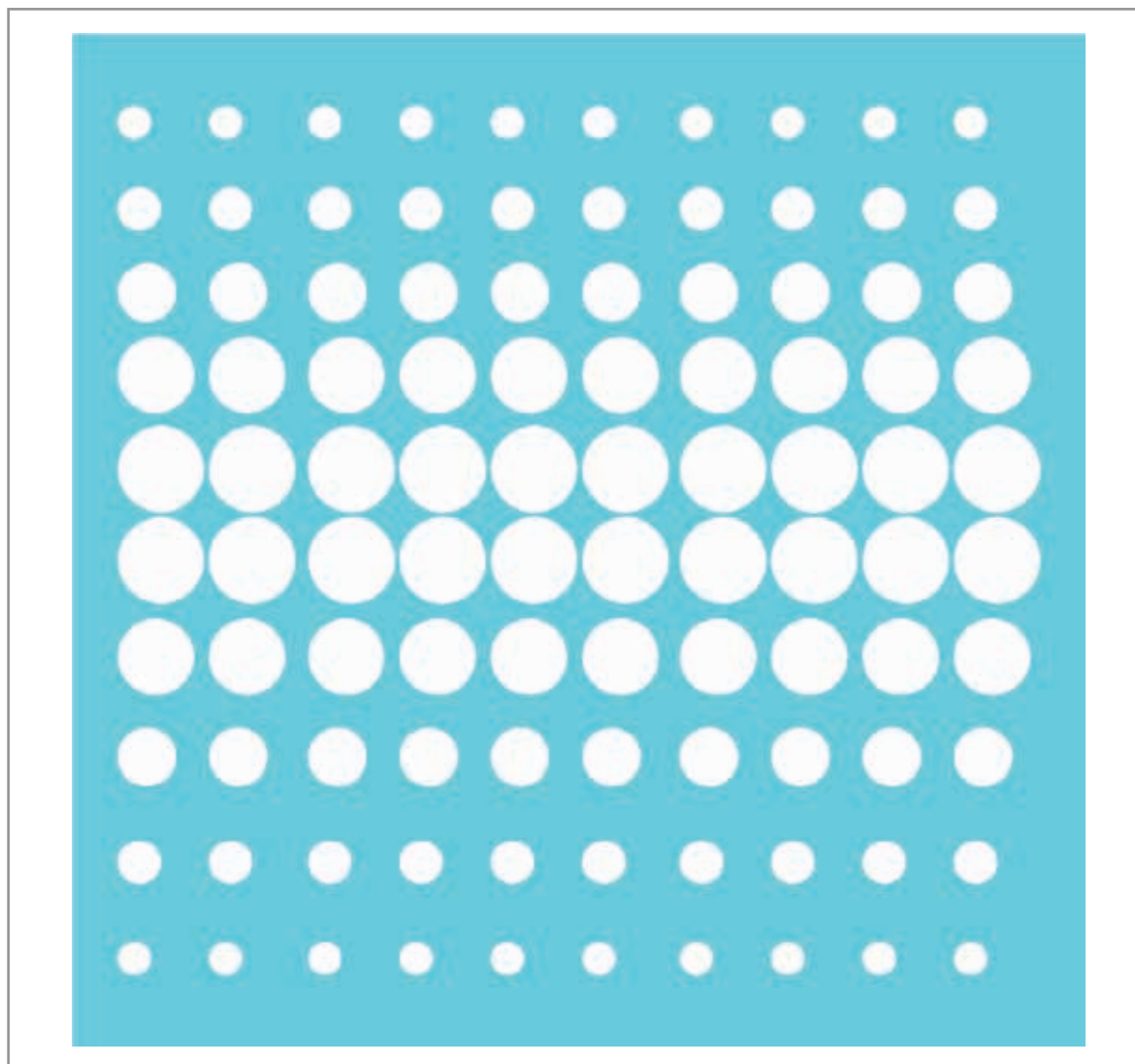
Essas cores complementares fazem parte dos fenômenos que são, na sua essência, opostos à cor indutora (cor de contraste, mutação cromática e cor inexistente, chamadas cores induzidas) e aparecem constantemente na natureza. Raramente os percebemos porque nossos olhos estão constantemente submetidos à função reguladora e interpretadora do cérebro.

Por todas essas sutilezas, as cores indutoras são difíceis de se mensurar. Alguns métodos estão sendo elaborados para que se consigam algumas medidas. Um destes métodos é o da comparação óptica da cor induzida com uma cor-pigmento classificada num sólido de cor. Assim que a comparação é dada como satisfatória, a cor-pigmento é medida por um colorímetro, que mostra os números que descrevem o matiz, o valor e o croma da cor induzida (parâmetros de Munsell).

As variáveis pelas quais se mantêm certo controle sobre o fenômeno da cor induzida são: a qualidade, a quantidade, a forma e o posicionamento das áreas coloridas (PEDROSA, 1982). A variável qualidade diz respeito às várias combinações possíveis dos parâmetros descritos por Munsell: matiz, valor e croma. Esta variável amplia sensivelmente a possibilidade do aparecimento de milhares de cores induzidas, pois a combinação de todos os matizes, seus valores e a variação de croma chega a um grande número de tons. Das variáveis, a qualidade é a mais importante, por ser a responsável pela fundamentação de todos os acordes harmônicos.

Apesar de secundária, a variável quantidade (ou extensão) também tem sua função no todo da harmonia cromática. Podemos alterar significativamente uma determinada harmonia, alterando o tamanho de um de seus elementos cromáticos, como se pode ver na Figura 3.13.

Figura 3.13 – A dimensão dos círculos brancos e a quantidade de azul que os envolve induzem a diferentes tonalidades.



Por outro lado, a variável forma tem grande importância como recipiente da cor na saturação da retina. Nos contrastes sucessivo e misto observamos que as cores induzidas carregam também as suas formas e, além disso, a periferia da forma potencializa as cores de contraste, como mostra a Figura 3.14.

A variável posicionamento altera a estrutura das cores, seja qual for sua escala. Mesmo sendo mantidas as outras variáveis, como a qualidade, por exemplo, modificando-se o posicionamento, sempre haverá alteração na visão cromática da imagem.

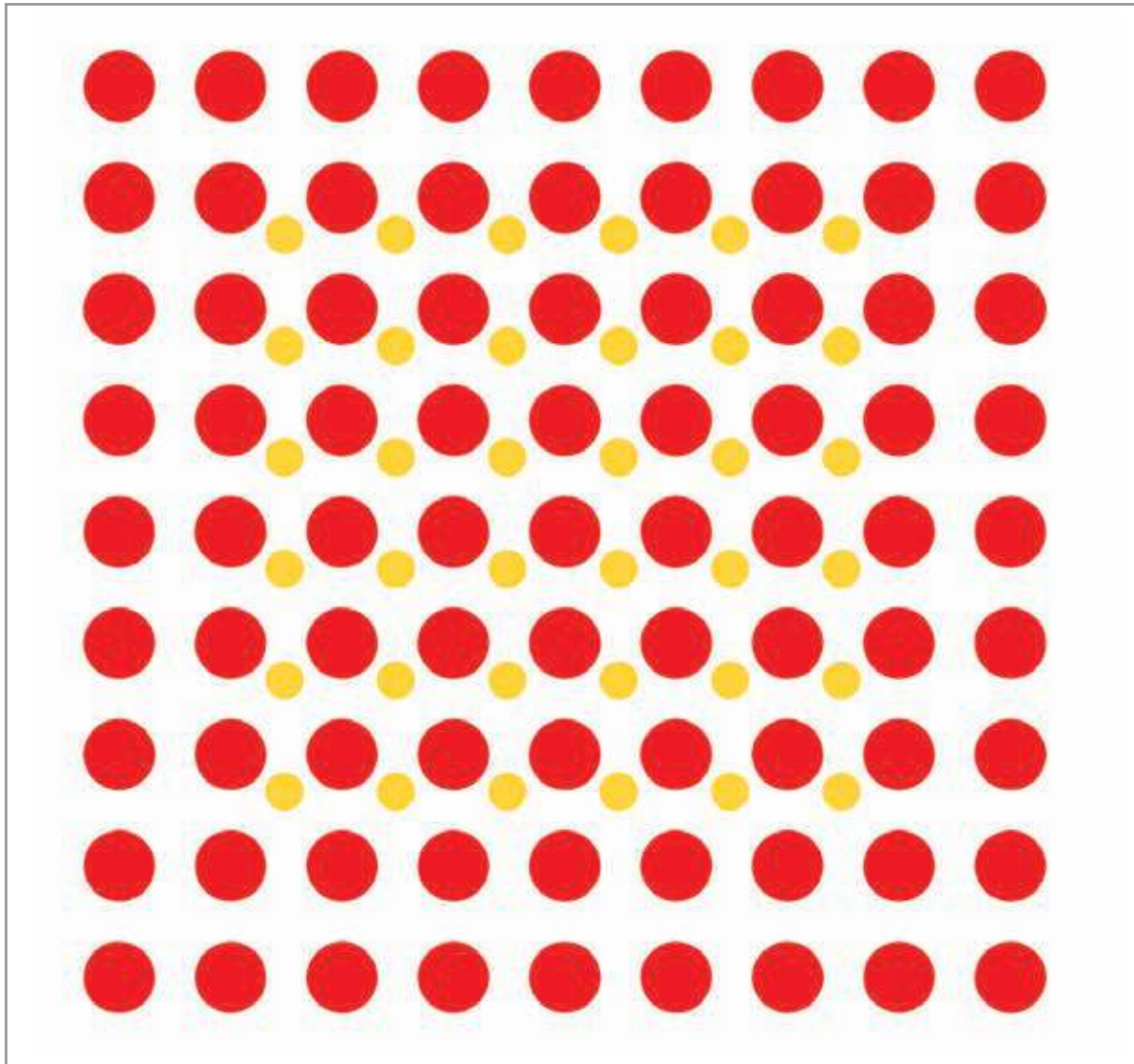
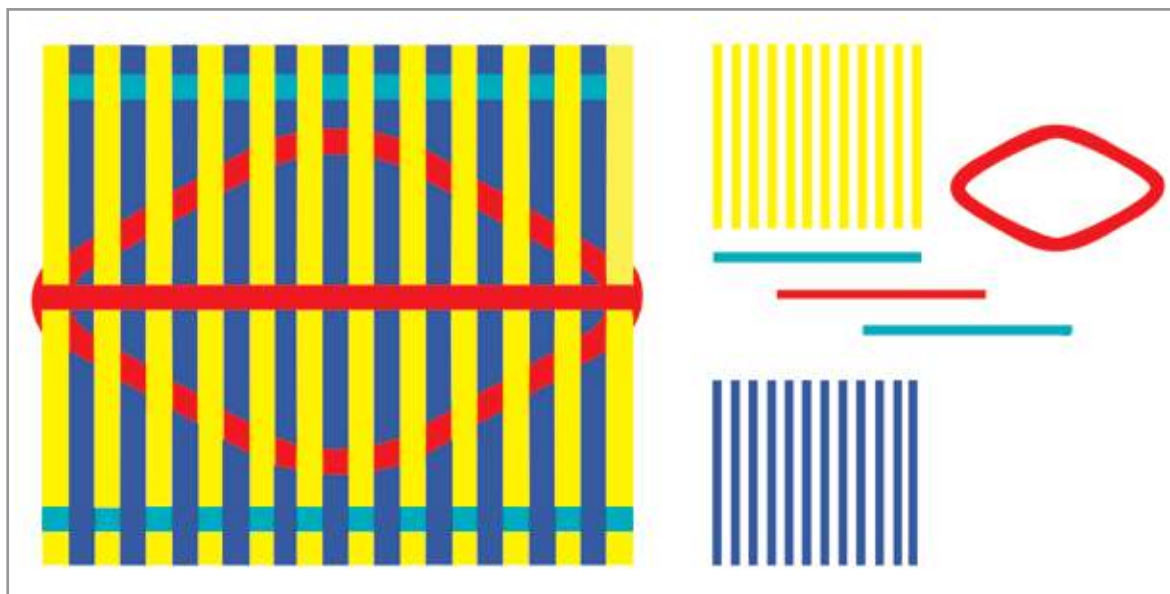


Figura 3.14 – Inclusão de nova forma gerando mais cores indutoras.

Na Figura 3.15 vê-se um vermelho que, seccionando uma faixa de azul-violetado situado entre duas faixas de amarelo, transforma-se em laranja e ganha luminosidade. O mesmo vermelho, portando uma faixa amarela que se situa entre duas faixas azuis-violetadas, transforma-se em magenta, perdendo luminosidade. E assim acontece também com as outras cores que compõem a mesma figura.

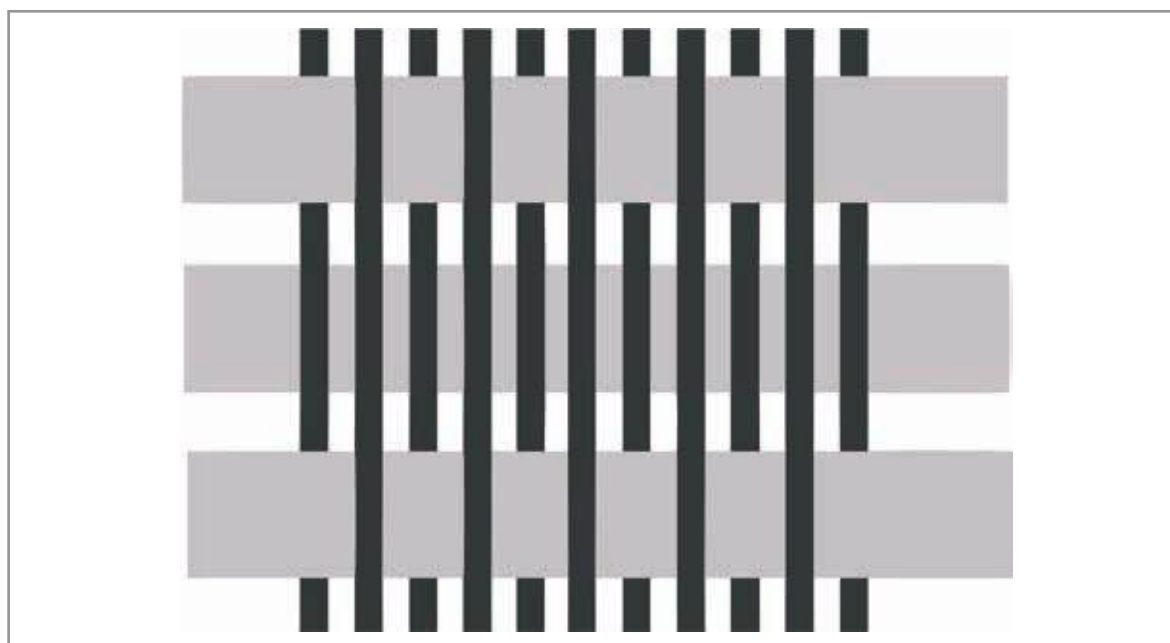
Para efeitos estéticos das mutações cromáticas com resultados extremamente belos, recomenda-se pensar na indução de várias cores simultaneamente.

Figura 3.15 –
Mutação cromática  
pequena distância.



As imagens chamadas “incolores” também podem produzir a muta o cromática a partir do branco, do preto e dos cinzas, através da altera o das mesmas variáveis: qualidade, quantidade, forma e posicionamento, como mostra a Figura 3.16.

Figura 3.16 – Três faixas do mesmo cinza produzem diferentes tons dentro de uma escala de valores.



COR INEXISTENTE

Apesar de se enquadrar no grupo dos fenômenos manifestados a partir das cores induzidas, a cor inexistente surge nas áreas ainda chamadas “incolores”, ou seja, em anteparos brancos, pretos ou cinzas.

Israel Pedrosa, pesquisador da cor inexistente, cunhou esta denominação ao fenômeno. Ele também afirmou, como parte de suas pesquisas, que a cor inexistente é um fenômeno que pode ser captado por qualquer tipo de máquina fotográfica e ser impresso até em filmes em preto e branco (PEDROSA, 1982).

Apesar de ser classificada dentro das cores fisiológicas ilusórias, a cor inexistente é um fenômeno que se baseia em uma situação objetiva, ou seja, a coloração que surge nos corpos chamados “incolores” (brancos, pretos e cinzas). Esta coloração é o resultado da percepção visual de resíduos de raios luminosos incidentes apenas parcialmente refletidos. Por isso, podem ser captados por uma máquina fotográfica, mesmo em filmes em preto e branco.

Como já foi visto, as radiações ditas monocromáticas primárias provenientes das cores-pigmento são compostas pelos três elementos RGB (vermelho, verde e azul). Isto é, o raio de luz oriundo do objeto é sempre composto pelos três elementos e não por apenas um deles.

Na prática, não existem corpos que absorvam ou reflitam a totalidade dos raios luminosos incidentes, ou seja, os brancos e os pretos absolutos só existem na teoria. Realmente as superfícies brancas refletem quase totalmente os raios luminosos, mas assim como as superfícies vermelhas, verdes ou azuis, elas absorvem também uma pequena quantidade das cores contidas na luz incidente.

A cor inexistente é resultado desta pequena quantidade de raios refletidos a partir de alguns raios absorvidos pela superfície branca. Nas superfícies pretas e cinzas o fenômeno também acontece pelo mesmo motivo.

As superfícies pretas não são capazes de absorver, na prática, todos os raios da luz incidente, deixando escapar uma pequena quantidade de raios refletidos, assim como as superfícies cinzas.

A partir dessa base objetiva, podemos ter a presença do fenômeno da cor inexistente nas superfícies brancas, pretas e cinzas em duas situações: considerando-as isoladamente ou em composição com outras cores.

Na primeira situação, considerando superfícies brancas, pretas e cinzas sem interferência física de outra cor indutora, temos esta coloração vinda a partir da absorção e reflexão parciais da luz incidente. Extrapolando esta coloração e imaginando haver certa saturação retiniana, podemos concluir que cores complementares surgirão em toda a superfície por contraste simultâneo, sucessivo e misto, formando um caleidoscópio. Exemplos desta situação são as superfícies brancas, pretas ou cinzas. Na Figura 3.17 vemos um desses exemplos.

Também encontramos este fenômeno em telas famosas como “Branco sobre Branco” de Kiev Kasimir Malevich (*Suprematist Composition - White on White*, óleo sobre tela, 1918), que se encontra hoje no Museu de Arte Moderna de Nova Iorque (MOMA), ou nas fotografias em preto e branco (SILVEIRA, 2002).

Figura 3.19 –
Superfície branca e
preta.



Já na segunda situação, considerando as superfícies brancas, pretas e cinzas em composição com outras cores (cores indutoras), nos deparamos com a essência do conceito de cor inexistente para Pedrosa (1982). Para ele, o fenômeno não necessita da saturação da retina para se mostrar

plenamente. Por isso mesmo, ela não pode se enquadrar no grupo das imagens posteriores propriamente ditas.

Segundo Pedrosa (1982), Chevreul pesquisou a influência de fundos brancos em composição com outras cores, chegando à conclusão de que sempre apareciam as cores complementares às cores indutoras nos fundos brancos, como mostra a Figura 3.18.

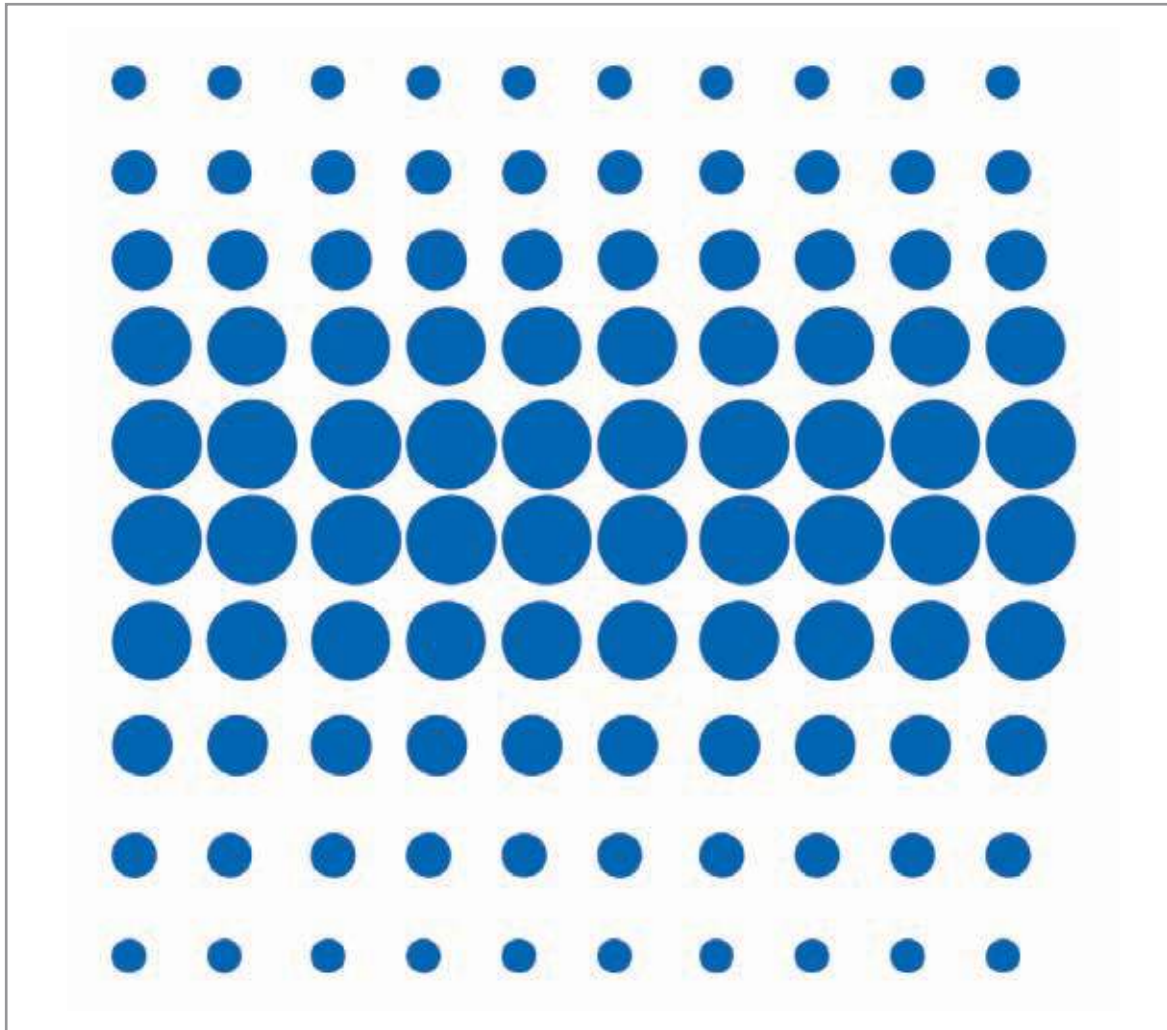


Figura 3.18 – Sequência de círculos azuis em fundo branco.

Esta conclusão de Chevreul dependia diretamente de duas coisas: a presença de uma cor indutora em um fundo branco e a saturação retiniana.

Pedrosa vai além de Chevreul em suas pesquisas, chegando a refutá-lo nesta questão. Para ele, o que evidencia a cor inexistente é a eliminação da necessidade de saturação retiniana para a percepção do fenômeno (PEDROSA,1982).

Toda esta discussão reforça a ideia de que as cores não aparecem isoladamente, como Edwin Land provou no experimento das transparências com imagens fotográficas, mas sim por comparação ou diferença entre elas. Mesmo supondo um caso extremo da observação de uma cor sem aparente interferência de outras cores indutoras, essa comparação existiria no nível psicológico.

Novamente, isso nos leva a crer que qualquer explicação simplista da visão cromática está condenada ao fracasso. A cor depende não só dos comprimentos de onda, de estímulos e das intensidades, mas também de diferenças de intensidade entre regiões e de padrões aceitos como representativos de objetos.

Atualmente, principalmente os físicos estudam as faixas monocromáticas do espectro, com a finalidade de descobrir de onde aparecem as mutações cromáticas, os contrastes simultâneos e a cor inexistente.

Mergulhando dentro de cada cor, a física, utilizando o gráfico triestímulo do CIE, descobriu que as ideias de Newton sobre a unicidade de cada raio monocromático não são tão verdadeiras, mas que existem em todas as faixas do espectro porcentagens diferentes de vermelho, verde e azul, mostrando que a homogeneidade atribuída a uma cor vem da maior quantidade de determinado matiz e não da sua suposta pureza.

Isto nos sugere que, na verdade, o que percebemos de cada cor é uma reunião dos elementos estruturais de todas as demais cores da natureza. Esta descoberta vem reforçar a necessidade dos estudos das leis dos contrastes simultâneos das cores, das mutações cromáticas e da cor inexistente, onde se verificam as ações recíprocas que as cores exercem umas sobre as outras.

As cores estão no mundo não apenas como sustenta a física: um correlato automático do comprimento de onda baseado em um observador padrão. Nem tampouco como sustenta a fisiologia: apenas a relação olho – cérebro. Elas são construídas em conjunto com a trajetória cultural e simbólica, como veremos a seguir, nos aspectos culturais da percepção cromática.



A Cor nos seus Aspectos Culturais e Simbólicos



Viu-se até este momento que se pode analisar a cor em um objeto física ou fisiologicamente, isto é, a sensação da cor, neste caso, é o resultado da ação da luz sobre os órgãos visuais.

Porém, depois da retina, o fluxo luminoso alterado e codificado fisiologicamente encontra a cultura na qual se está inserido. Esta inserção na cultura permite a construção de uma “lente” na percepção cromática e tudo o que percebemos visualmente passa a ser mediado por ela. Justamente por isso, deve-se estudar a formação desta “lente”, pois ela interfere diretamente na construção simbólica de significados da cor.

Este momento é muito importante, tanto quanto os outros, pois é essencial que se saiba que é dentro das fronteiras da nossa cultura que se aprende a ver a cor, seus significados, seus usos, seus indícios e suas sensibilidades e que, principalmente, se faz parte da construção desses significados, usando os objetos que trazem consigo a cor. Neste momento, então, completa-se a “percepção” da cor, o que antes só se chamava “sensação”.

A percepção é um fenômeno bastante mais complexo que o da sensação. Quando se fala em sensação da cor, só se está levando em consideração as etapas da reflexão da luz (aspectos físicos da cor) e a codificação fisiológica da retina (aspectos fisiológicos da cor), enquanto que quando se fala em “percepção cromática” se está levando “também” (isto é, os fenômenos físicos e fisiológicos também estão aqui como imprescindíveis) em consideração os aspectos culturais simbólicos e psicológicos da cor, que têm o poder de alterar substancialmente o que se vê física e fisiologicamente.

Considerar o papel da cultura como “lente” em tudo o que se percebe visual e cromaticamente é essencial. Em outras palavras, a ação da luz dentro dos olhos pode dar-nos “cores”, mas não nos dá “objetos coloridos”, com significado individual e coletivo na vida de um indivíduo.

Dentro deste contexto, importante é se atentar para o fato de que se aprende a perceber o mundo visual e este aprendizado está imerso na cultura, isto é, a cultura tem um papel fundamental naquilo que se seleciona para ser retido na memória visual e nas escolhas e edições do mundo visual cromático.

Enquanto se considera os aspectos físicos ou fisiológicos da visão colorida temos apenas a sensação da cor e não a percepção cromática.

Os aspectos culturais de construção simbólica do nosso envolvimento com o mundo colorido são a evolução da simples sensação da presença da cor para a percepção colorida, o que está além da física e da fisiologia.

A percepção cromática envolve aspectos socioculturais, simbólicos, psicológicos, mentais e racionais ao mesmo tempo.

DA SENSACÃO DA COR À PERCEPÇÃO CROMÁTICA

A percepção das cores é um problema do qual se ocupam os pesquisadores desde muitos anos, juntamente com as questões físicas e fisiológicas de como se percebe a luz e como acontece a percepção de movimento.

Pesquisadores da percepção do mundo visual se ocuparam da luz e da cor como matérias-primas da visão, pois se sabe há muito ser impossível a percepção visual de um objeto se não se tem os aparatos fisiológicos perfeitamente sensíveis à luz refletida por este mesmo objeto e ao valor do matiz dessa luz.

Porém, em termos da percepção cromática, esse conhecimento não basta como explicação às principais questões que envolvem a percepção da cor, a começar pela diferença entre a percepção de um objeto colorido e da sua cor tratada isoladamente. Sabe-se que raras vezes se vê a cor de forma isolada, e sim a cor ligada a objetos.

Quando se observa a cena de uma paisagem numa fotografia, por exemplo, quase não se atenta para a infinidade de desafios perceptivos que envolvem esta simples observação. Enumerando alguns: a textura, a cor, a sensação de profundidade ou de abstração dos objetos que envolvem a cena, sem falar das possíveis ilusões representativas e afetivas, como sensações de tristeza ou felicidade, agregadas aos objetos reconhecidos.

Todos esses desafios são estudados a partir da percepção como um todo. Os estudos da percepção visual logicamente foram estruturados em torno dos órgãos visuais, de onde as conclusões sobre a percepção cromática têm um importante destaque.

Para Gibson (1974), por exemplo, a percepção visual do mundo pode ser dividida em dois pontos: a percepção do mundo físico substancial e a percepção do mundo das coisas úteis e significativas a que prestamos atenção. Fazem parte do mundo físico substancial as cores, as texturas, as

superfícies, as bordas, as formas e os intermediários quando tratados isoladamente, e fazem parte do mundo das coisas úteis e significativas os objetos, lugares, pessoas, sinais e símbolos escritos.

A maioria dos estudos sobre a percepção parte do princípio de que perceber coisas depende primeiramente de ter sensações. Portanto, a percepção é a elaboração, análise e sintetização da sensação. Mas, o que seria a sensação?

Chama-se sensação aquilo que é primeiramente reconhecido através dos cinco sentidos (visão, audição, tato, paladar e olfato). Os olhos ou os ouvidos (aparelhos fisiológicos) nos proporcionam primeiramente as sensações e a partir daí começa o processo de combinação, análise e síntese, promovendo a interpretação, que se chama percepção.

A percepção cromática acontece dessa mesma maneira. A ação física da luz dentro dos olhos é a sensação, que pode apenas proporcionar as cores, mas não os objetos coloridos. A percepção dos objetos coloridos são resultados da análise e síntese realizadas a partir das sensações.

O estímulo físico sozinho ou somente os aparelhos fisiológicos não podem determinar a percepção, pois o que se chama percepção depende essencialmente da interpretação que faz o observador. Ao mesmo tempo, a percepção depende deste estímulo físico e deste aparelho fisiológico para acontecer, ou seja, a interpretação está também vinculada aos estímulos e às sensações.

Dentro desse contexto, dois pontos são essenciais: os estímulos físicos para a cor independem do ser humano para acontecer e as sensações cromáticas, por estarem vinculadas aos aparelhos fisiológicos, tendem a ser as mesmas para os seres humanos. A diferença está justamente na percepção, que, por sua vez, é mais complexa por depender da interpretação baseada nas experiências sensoriais vivenciadas diferentemente pelos indivíduos, às quais se chama cultura.

Hoje se sabe que há uma diferença sensível entre a sensação e a percepção, porém nem sempre se pensou assim. A história das pesquisas sobre a percepção é prolongada, complicada e difícil, envolvendo significativas controvérsias entre os pesquisadores.

A principal questão que motivou todos os estudos da percepção foi a maneira como se apreende a informação e como ela é interpretada ou sintetizada. Sabe-se que parte do que se percebe vem do que os órgãos sensoriais captam, mas sabe-se também que existe outra parte independente do estímulo físico exterior. Para se pensar a percepção deve-se pensar também como se produz a sintetização.

Essa questão deu origem, no século XVII, a dois dos principais movimentos em torno dos estudos da percepção: o nativismo e o empirismo. Por um lado, filósofos britânicos no século XVIII, e mais tarde psicólogos experimentais no século XIX, recusavam a ideia de que existiriam alguns

fatores determinantes inatos, ou intuitivos, acreditando que o espaço visual deveria, de algum modo, ser aprendido. Eram os chamados empiristas.

Na outra ponta desta controvérsia, outros filósofos e psicólogos experimentais do século XIX acreditavam que ao menos certos parâmetros do espaço visual eram imediatos e claros na consciência humana, e isto só poderia acontecer se fossem inatos nas próprias sensações. Em outras palavras, existiriam aspectos inatos e aspectos aprendidos da cor ou de qualquer outro elemento do mundo visual. Os que defendiam este ponto de vista eram os chamados nativistas.

Num ponto tanto os nativistas quanto os empiristas concordavam: as sensações visuais originadas não eram inatas, isto é, as sensações eram os dados da mente. As duas escolas divergiam no seguinte ponto: a percepção dependia do conhecimento ou da intuição?

Outra divergência ocorreu a respeito do que era sentido e do que era percebido. A teoria mais lógica consistia em supor que se poderia sentir somente a cor e que todos os integrantes do espaço, incluindo a extensibilidade, eram percebidos. Isto implicava que uma sensação da cor somente poderia se dar em manchas isoladas ou um ponto de cor isolado, e que uma superfície de cor era uma somatória das ditas sensações elementares.

Saindo desta oposição, a Teoria da Gestalt promoveu outro tipo de visão sobre a percepção do mundo visual (KOFFKA, 1982). Sabendo que a percepção acrescenta sempre algo ao objeto percebido, o gestaltismo partiu do problema de como podemos ver formas visuais.

Para a Gestalt, uma forma não era um composto de sensações, mas um processo de organização sensorial. Supunham que este processo era relativamente espontâneo e produzido no cérebro. Assim, concebiam o problema de como podemos ver formas visuais como a formação de um campo, cujas partes (contorno e fundo) possuíam forças de atração e repulsão unindo-as ou separando-as.

De acordo com a Teoria da Gestalt, a imagem formada na retina são partes separadas e isoladas da forma. Quando estas partes são projetadas no córtex é que começam a operar as forças de atração e repulsão, unindo-as em uma gestalt (que significa todo, configuração ou forma).

A escola da Gestalt foi responsável não só por uma nova teoria da percepção, mas também por muitos experimentos, que procuravam provar um fenômeno denominado constância perceptiva.

A constância perceptiva é um fenômeno através do qual os objetos mantêm sua cor, sua identidade, seu tamanho, sua textura, sua forma e sua massa, frente à existência de variações nas imagens retinianas com as quais se correspondem.

Este fenômeno que se conhece hoje pelo nome de constância aproximada das coisas visuais sempre intrigou os psicólogos. Os objetos permanecem com a mesma aparência, isto é, o mesmo

tamanho e massa, a qualquer distância que estejam do observador, a mesma forma, textura e cor, se considerados sob diferentes fontes de luz.

Quando tentamos pintar numa tela uma maçã, que está numa cena iluminada por uma fonte de luz azul, tendemos a pegar primeiramente a tinta vermelha ao invés da violeta. A maçã continua vermelha, mesmo quando iluminada por uma fonte de luz que altera completamente a sua cor física.

A primeira explicação imediata para esta constância das características dos objetos na percepção foi a de que alteramos nossas sensações de tamanho, forma e cor dos objetos de acordo com a busca de seu tamanho, forma e cor autênticos, já percebidos anteriormente e requisitados através da memória. Gibson (1974) considera este um problema da percepção do mundo visual com todas as suas características objetivas. Para ele, o mundo visual é um agrupamento de espaços, superfícies e contornos, juntamente com objetos familiares, pessoas e símbolos, e temos que considerar os objetos além de sua característica material, pois eles ainda têm significação simbólica e virtual.

Os significados são apreendidos através do repertório de experiências do indivíduo, o que depende diretamente da memória. Por isso mesmo eles diferem em muito de um indivíduo para outro, ou de uma cultura para outra, mesmo que seus aparelhos fisiológicos sensitivos sejam basicamente os mesmos e seus mundos sejam de espaços e objetos parecidos.

No que diz respeito à constância cromática, isto é, à tendência para que os objetos permaneçam com sua cor mesmo sob o efeito de fontes de luz coloridas que interferem em sua percepção, outros estudos, como os de Thompson *et al.* (1992), proporcionaram o entendimento da constância cromática como sendo o fenômeno pelo qual as cores tendem a estar intimamente vinculadas a superfícies, objetos e bordas. A cor é afetada pela estimulação do ambiente e principalmente pelo repertório guardado na memória de cada observador.

Crescemos e trabalhamos nossa percepção do mundo visual fazendo-o existir num cenário que possui comprimento e profundidade, perspectiva, cor, limites precisos, imobilidade, inúmeras superfícies e texturas.

Mesmo considerando todos esses aspectos que compõem a nossa percepção visual, não podemos deixar de pensá-los como superfícies familiares ou ferramentas úteis, que exigem interpretação e memória, enfim, aprendizagem para acontecer.

Associamos os objetos aos seus usos e perigos, quantas vezes nos foram satisfeitas as vontades ou até quantas vezes nos levaram a uma determinada ação. Na realidade, as superfícies, bordas, cores, texturas e formas são percebidas como objetos ou cenários prontos, ou seja, como bolsas, tapetes, laranjas, sapatos ou arco-íris, atrelados ao nosso repertório cultural.

Em termos da cor, podemos concluir que não aprendemos as sensações cromáticas isoladas e sim num todo de percepção, ou seja, as folhagens nos parecem verdes, o céu nos parece azul, a banana nos parece amarela com manchas pretas, etc.

Podemos então supor que o mundo visual constitui uma primeira experiência não aprendida, mas que carece de significado quando é visto pela primeira vez.

O que se aprende é ver os significados agregados aos objetos. Lembrando-se dos empiristas e dos nativistas, não há atividade humana que não seja totalmente aprendida ou que não se modifique com a aprendizagem.

Os integrantes do mundo visual, assim como as cores, as texturas, as formas e bordas, têm significados, que não se separam de suas qualidades espaciais concretas, isto é, não se pode separar os objetos e seus atributos de seus significados. Isto quer dizer que existem significados tanto aprendidos como inatos. Quando agregamos outros significados às cores, formas ou texturas, estamos atribuindo-lhes também modificações em suas qualidades físicas concretas.

É muito mais fácil discernir as formas familiares, convencionais, que estão de acordo com algum significado guardado na memória. Estes significados familiares aparecem rápida e frequentemente e reforçam as formas e as cores que têm sentido.

Só se pode recordar formas, cores ou sílabas sem sentido na medida em que se diferenciam entre si, ou seja, a memorização acontece onde há identificação e diferenciação de cada elemento. Uma forma, uma cor ou uma palavra sem sentido tem que adquirir sentido para ser recordada.

Por exemplo, se pegarmos pela primeira vez uma ferramenta para nós desconhecida, temos uma sensação quase desprezível. Depois de apreender o modo de manejá-la e compreender sua função no nosso meio, nossa percepção a respeito desta ferramenta mudará. A percepção adquire agora propriedades que não tinha antes, isto é, propriedades não construídas somente através da estimulação retiniana e sim através da memória. Elas aparecem juntas no primeiro contato que temos com o objeto, e se separam quando aprendemos o seu uso. A isto se dá o nome de significados agregáveis.

Todavia, os observadores são diferentes em respeito a correlacionar objetos e significados, provocando diferentes maneiras de perceber o mundo. Por isso, a percepção do meio ambiente difere de modo sistemático entre os diversos povos e culturas.

Todos os fatos parecem apontar para uma conclusão geral de que cada ser humano apreende o significado do mundo sob as aparas de sua educação e da sociedade em que vive. O valor é formado em parte pela cultura e em parte pela experiência exclusiva da interpretação individual, mas, de qualquer maneira, são aprendidos. Esta é a grande conclusão à qual chegaram os empiristas. A

convicção de que todos os significados são aprendidos implica que os seres humanos são flexíveis e não possuem moldes rígidos.

Com relação à percepção cromática, existe um fenômeno chamado cor de memória, isto é, a cor está associada aos diferentes objetos por efeito da memória, sofrendo toda mudança conjuntamente com o significado deste objeto. Este fenômeno detectado reforça a ideia de que as cores podem ser afetadas pelas experiências e atitudes armazenadas na memória do observador.

Os significados e as qualidades não são separáveis entre si, isto é, o objeto e o seu significado não se separam da cor, da forma ou da textura, porém os significados simbólicos parecem separáveis de seus objetos, fazendo-nos supor que são aprendidos.

É possível demonstrar que os significados reagem sobre suas percepções para escolher ou modificar as propriedades espaciais variáveis (cor, tamanho, contorno) e que essas propriedades dependem da personalidade e da cultura de quem percebe. A correlação entre percepção e estímulo nem sempre é absolutamente inata. Toda relação deste tipo é parte inata e parte adquirida, inclusive a relação entre cor e comprimento de onda.

A CONSTRUÇÃO SIMBÓLICA DAS CORES, SUA MATERIALIZAÇÃO E EFEITOS PERCEPTIVOS

Dos estudos de percepção, sabe-se que não se vê a cor isoladamente, mas sim ligada a objetos. Estes objetos trazem uma história de construção de significados, que por sua vez ficam atrelados às suas cores.

Mas ainda ficam as questões: como se formam os significados da cor na cultura? Como participamos, como seres culturais que somos, nesta construção?

Para se estudar a construção simbólica da cor e seus efeitos perceptivos, se deve atentar para três momentos, sendo estes a construção cultural simbólica social e coletiva, a materialização dos significados em dicionários de cor e, por fim, os efeitos psicológicos desta construção, ou seja, como a cor afeta o humor do ser humano.

Enquanto seres culturais, participa-se ativamente da construção dos significados de tudo o que pocoa o cotidiano. Está-se envolvido diretamente com a construção simbólica dos objetos, que por sua vez mediam a percepção, reafirmando ou construindo novos significados.

Constroem-se até os significados atrelados as nossas tradições. Os significados são construídos no uso, coletivamente, isso significa então que, a cada vez que uma mulher se casa com um vestido branco de noiva, está reforçando o significado de “pureza” da cor branca, aplicada ao seu vestido.

Símbolos presentes no cotidiano, como a bandeira brasileira, também são construídos. Mesmo depois de imaginada, desenhada, representada, materializada, esta bandeira teve que ser construída como símbolo da nação, a ponto de gerar ações a cada vez que se está diante dela.

Uma placa de trânsito também é construída simbolicamente. A placa de trânsito “PARE” deve gerar a ação de parar o carro em um cruzamento, portanto este significado foi construído não somente na materialização em si da placa, mas também no uso e no disparo das ações correspondentes.

O que dá qualidade e significado aos signos é a sua utilização. Participa-se da construção simbólica das cores utilizando os objetos no nosso cotidiano, para a interação social, e assim se reforça e reifica as características desses objetos.

O ato da criação de significados é coletivo e de função social, isto é, não se pode alterar facilmente o caminho coletivo de construção simbólica dos significados.

O trabalho de construção social simbólica da cor necessita ser marcado, representado, para que seja lembrado. A materialização destes significados se dá na materialização de objetos coloridos, em contos, mitos, lendas, no cinema, no teatro, na televisão e também em dicionários de cor.

Esta materialização dos significados construídos de cada cor ainda não é o efeito que cada cor produz no nosso humor cotidiano, mas certamente irá gerá-lo.

Através do “Dicionário das Cores do nosso tempo”, de Michel Pastoreau (1997), um dos principais dicionários de cor utilizados no mundo todo, inclusive pelos profissionais de *design*, pode-se relacionar cada uma das cores do espectro aos seus simbolismos ocidentais mais gerais.

Cada cor tem a sua história, marcada por hábitos e significados, e é isto o que a torna passível de classificação. Podem-se tomar as cores como instrumentos ativos de uma determinada cultura e, no caso da cultura ocidental, tem-se as cores culturalmente atreladas aos significados.

Os significados das cores foram e continuam sendo construídos coletiva e socialmente. São materializados de várias formas em filmes, placas de trânsito, tarjas de remédios, batons, enfim, vários objetos que continuam mediando a interação social do ser humano.

Essa construção e atribuição de significados das cores, materializada em objetos, causam efeitos fisiológicos e psicológicos nas pessoas. O significado de cada cor, assim como o efeito que cada uma delas tem, depende de onde ela está aplicada. O efeito de um vermelho em um semáforo é completamente diferente de um efeito do mesmo vermelho quando aplicado em uma parede da casa onde moro.

A seguir, serão colocados os significados de cada uma das principais cores advindos de um dicionário, seguidos de seus efeitos psicológicos. Cada efeito da cor deverá ainda ser pensado no ambiente ou objeto onde se encontra.

VERMELHO (PASTOREAU, 1997): cor por excelência, a mais bela das cores; cor do signo, do sinal, da marca; cor do perigo e da proibição; cor do amor e do erotismo; cor do dinamismo e da criatividade; cor da alegria e da infância; cor do luxo e da festa; cor do sangue; cor do fogo; cor da matéria e do materialismo.

VERMELHO (efeito): causa a sensação de alegria, invasão de felicidade intensa, beleza, raridade; sensação de apreensão, de aviso, chama a atenção; sensação de prazer proibido; sensação de paixão sem limites, de amor sem consequências, sem atrelamento; sensação de energia, movimento, pulsação; sensação da energia criadora; de geração de *insights*; sensação de alegria ingênua, simplesmente feliz; sensação de poder da beleza e da sabedoria; sensação barulhenta de alegria de comemoração e comunicação; sensação de vida pulsante nas veias; sensação de calor forte e de claustrofobia; sensação de dor real, material.

AMARELO (PASTOREAU, 1997): cor da luz e do calor; cor da prosperidade e da riqueza; cor da alegria, da energia; cor da doença e da loucura; cor da mentira e da traição; cor do declínio, da melancolia, do outono.

AMARELO (efeito): causa a sensação de calor dos dias quentes de verão, porém devagar, atinge a sensação de calor dos desertos, de um sol ardente, incomodando; sensação de estímulo à busca do poder, da riqueza material; sensação de alegria dos dias de sol; sensação da energia do calor do sol; sensação de tensão, sensação de excitação do intelecto e ajuda na retenção de informações na memória, de início importante, mas que com o tempo gera um estresse que aumenta a cada minuto, sensação de exposição de seu interior a todas as pessoas, gerando insegurança; sensação de auge da vida, porém é também a sensação de início da decadência, da poesia triste dos dias de outono.

AZUL (PASTOREAU, 1997): cor preferida de mais da metade da população ocidental; cor do infinito, do longínquo, do sonho; cor da fidelidade, do amor, da fé; cor do frio, da frescura, da água; cor real e aristocrática.

AZUL (efeito): causa a sensação de paz e tranquilidade do céu; sensação de infinito espacial, expandindo planos e superfícies; sensação de estar num mundo de sonho, criado de acordo

com os nossos desejos, perfeito; sensação de segurança e conforto da família; sensação de frio, inverno; sensação de pureza, transparência, sensação de luxo, requinte, sofisticação, realeza.

VERDE (PASTOREAU, 1997): cor do destino, da dita e da desdita, da fortuna, do dinheiro, do acaso, da esperança; cor da natureza, da ecologia, da higiene, da saúde, da frescura; cor da juventude, da seiva que sobe, da libertinagem; cor da permissão, da liberdade; cor do diabo e do que é estranho; cor ácida, que pica e envenena.

VERDE (efeito): causa a sensação de esperança, de controle do próprio destino, sensação de completude, da não necessidade material, de modéstia; sensação de prosperidade; sensação de sorte; sensação de estar num ambiente natural, num jardim; sensação de estar num ambiente naturalmente agradável, esteticamente harmonioso; sensação de jovialidade, de energia, onde tudo é permitido; sensação de estar saciado, sem fome, sem vontade de comer.

BRANCO (PASTOREAU, 1997): cor da pureza, da castidade, da virgindade, da inocência; cor da higiene, da limpeza, do frio, do que é estéril; cor da simplicidade, da discricção, da paz; cor da sabedoria e da velhice; cor da aristocracia, da monarquia; ausência de cor; cor do divino.

BRANCO (efeito): sensação de harmonia, de paz; sensação de sinceridade; sensação de ingenuidade protegida; sensação de limpeza estéril; sensação de inverno; sensação de proteção da intimidade; sensação de realeza; sensação de suporte à espiritualidade; sensação de harmonia no todo estético onde me encontro; sensação de ordem, equilíbrio, disciplina; sensação de calma e tranquilidade para se executar todas as tarefas necessárias.

PRETO (PASTOREAU, 1997): cor da morte; cor da falta, do pecado, da desonestidade; cor da tristeza, da solidão, da melancolia; cor da austeridade, da renúncia, da religião; cor da elegância e da modernidade; cor da autoridade.

PRETO (efeito): causa a sensação de perda; sensação de introspecção; sensação de escuridão, de ser tragado pela falta de clareza na visão; sensação de precisão científica e tecnológica; sensação de poder de julgamento.

ESQUEMAS DE COMBINAÇÕES DE CORES

Os Esquemas de Combinações de Cores são formas de manipular o Círculo Cromático, encontrando possíveis paletas para a aplicação das cores em projetos.

Segundo Kopacz (2003), os esquemas de combinações de cores podem ser agrupados de duas formas: o grupo dos “esquemas de consenso” e o grupo dos “esquemas de equilíbrio”. O primeiro se faz no entorno de cores que estão dentro e fora do Círculo Cromático, como o branco, o preto e os castanhos, com vistas a não causar contrastes. Os contrastes aparecerão justamente no segundo grupo, o dos esquemas de equilíbrio. Neste grupo, os contrastes aparecem, mas com total controle de seus efeitos.

São Esquemas de Consenso:

- Acromático
- Neutros
- Monocromático
- Análogos (adjacente, consonante)

São Esquemas de Equilíbrio:

- Diádicas Complementares
- Diádicas Tons-Rompidos
- Triádicas Assonantes
- Complementares Divididas
- Esquemas com quatro cores
- Esquemas com seis cores

Como para se pensar os Esquemas de Combinações de Cores o Círculo Cromático é um instrumento de extrema importância, escolheu-se aqui o Círculo Cromático a partir da tríade de cores-pigmento transparentes, com as cores primárias magenta, ciano e amarelo. Esta escolha se deu em função do uso contínuo e da maior possibilidade de confiança em seus resultados físicos.

Esquemas de Consenso

A ideia dos Esquemas de Combinações de Cores de Consenso é diminuir os contrastes, promovendo uma paleta sem sobressaltos. Esta paleta é planejada escolhendo-se cores que possuem similaridades inerentes.

Quanto mais consistentes, mais próximas, mais similares pareçam, serão percebidas como mais harmônicas. Isso acontece principalmente por dois motivos: o primeiro é um motivo fisiológico, isto é, se dá no nível dos olhos. Quanto mais próximas as cores são na escolha do Esquema de Combinações de Cores, através da percepção de suas similaridades, menos “trabalho” os olhos terão para perceber toda a paleta. Se as cores são próximas e consistentes umas com as outras, os olhos as entendem como um bloco formal similar, facilitando a percepção do todo cromático.

O segundo motivo para se perceber essas paletas como harmônicas é justamente a sensação de similaridade. Sendo as cores próximas e percebendo a sua similaridade em uma cor, elas necessariamente diminuem os contrastes. A primeira definição que temos culturalmente em relação a uma “harmonia” é justamente a ausência de contrastes. Porém, ao mesmo tempo em que estes Esquemas de Combinações de Cores se apresentam “harmônicos”, eles não apresentam nenhum tipo de estímulo, isto é, são harmônicos em si mesmos, não necessitando a contribuição da interpretação de quem as estão olhando. Por isso a sensação de harmonia e a facilidade em interpretá-las.

Como já se viu, os Esquemas de Consenso se dividem em quatro: acromático, neutros, monocromático e análogos.

A utilização deste tipo de Esquema é intensa e usual. A sua simplicidade em combinações, e a sua presença em toda a natureza, reforça a naturalidade de sua escolha.

Acromático

O Esquema Acromático envolve o uso de tons localizados na paleta formada entre o branco e o preto. É chamado de “acromático” por utilizar cores consideradas “não cromáticas”, por não estarem presentes no círculo cromático. Neste Esquema de Combinações de Cores, estão presentes o branco, o preto e os cinzas intermediários. Sendo assim, só se altera o eixo do valor (Munsell), ou seja, em contrastes de valor somente e não de matiz ou de croma, como mostra a Figura 4.1. Podem-se conseguir as cores alterando-as literalmente, ou através da posição da luz em ambientes, alterando luminosidades e sombreamentos.

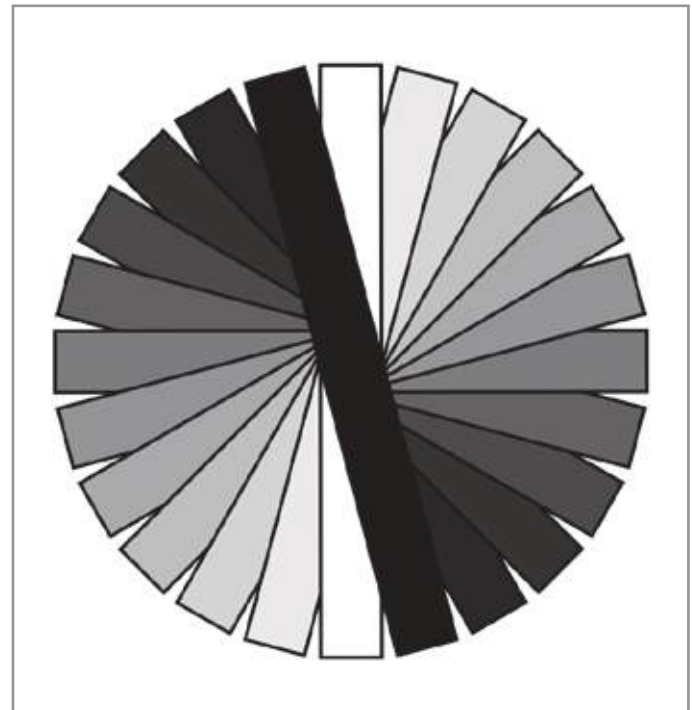
Este Esquema de Combinação de Cores traz a sensação de elegância da simplicidade. Ao mesmo tempo que traz a informação de todas as cores juntas no branco, traz a completa ausência e profundidade do preto.

Já que não traz a informação de uma cor definida propriamente dentro do círculo cromático, quando utilizado, o Esquema Acromático evidencia a textura e a superfície dos materiais onde está aplicado.

Por não trazer uma informação definida de cor, este Esquema é bastante utilizado em situações onde temos cores “transitórias”, isto é, cores que não vão ficar por ali muito tempo ou cores que vão ser trocadas voluntariamente, como, por exemplo, em paredes de museus ou galerias, onde os quadros ou instalações não podem sofrer interferência de outras cores, ou em restaurantes ou lanchonetes, onde a cor da comida é mais importante para a percepção da pessoa que está comendo ou fazendo a comida, em centros cirúrgicos de hospitais, onde a aparência do local onde se está trabalhando, examinando, analisando, é mais importante e não pode sofrer interferências cromáticas.

Por isso também esta harmonia é utilizada em *sites* ou *outdoors* ou cartazes onde existem fotografias que serão trocadas diariamente, como *sites* de jornais, pois as fotografias possuem cores que na percepção humana são como a natureza, isto é, são “janelas” para o mundo real e este mundo real muda conforme muda a posição dos olhos.

Figura 4.1 – Esquema de combinações de cores acromático. Paleta formada com preto, branco e cinzas.



Neutros

O Esquema de Combinação de Cores Neutras é o resultado de combinações utilizando-se os castanhos claros, médios e escuros, como mostra a Figura 4.2. Às vezes, pode-se utilizar juntamente com uma cor do Círculo Cromático, mas assim seria considerada como uma mistura de Esquemas de Combinações de Cores.

Este Esquema de Combinação de Cores também traz a sensação de elegância pela simplicidade que o Esquema Acromático traz.

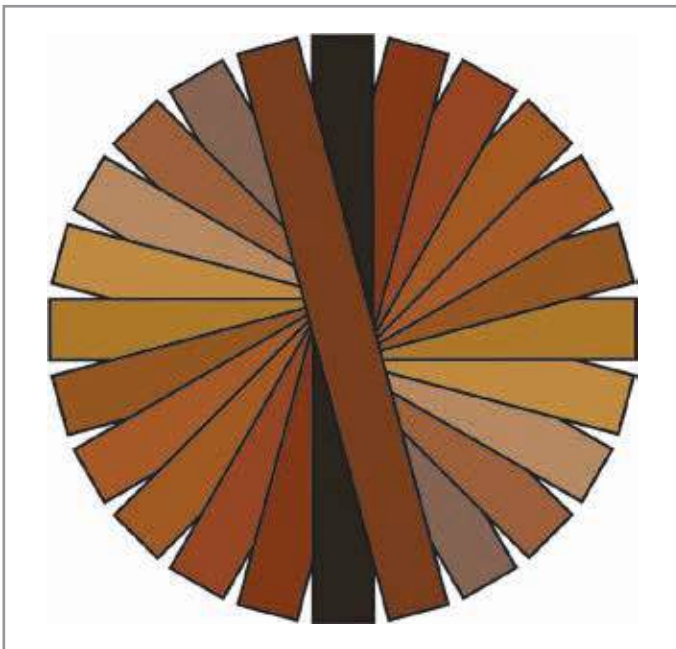
Por não trazer nenhuma informação cromática do Círculo Cromático, este Esquema de Combinações de Cores tende a evidenciar as texturas da superfície na qual está colocado.

Ao mesmo tempo que é elegante na sua comunicação direta, sem rodeios, este Esquema de Combinações de Cores traz o perigo da monotonia. Ele pode ser demasiadamente simples e trazer uma sensação de cansaço e perda de interesse.

Uma forma de se evitar a monotonia deste Esquema é evidenciar as texturas, diferenciando-as e assim facilitando as distintas experimentações dos sentidos.

Nesse mesmo contexto, a aplicação desta paleta deve ser feita com o máximo cuidado, já que qualquer defeito na superfície em relação à textura será facilmente percebido e acabará chamando totalmente a atenção, atrapalhando a percepção de eventuais outras texturas propositais do local.

Figura 4.2 – Esquema de combinações de cores neutras. Paleta formada a partir dos diversos castanhos.



Monocromático

O Esquema de Combinações de Cores Monocromático acontece quando uma paleta é montada a partir de um único matiz do Círculo Cromático e ocorre sua mistura com o branco, com o preto ou com o seu cinza correspondente.

Este Esquema de Cores Monocromático pode resultar em três tipos de paletas: a cor escolhida com branco (onde se estipula mudanças no eixo do valor), a cor escolhida com preto (onde também se estipula mudanças no eixo do valor) ou, finalmente, a cor escolhida com o seu cinza correspondente (onde se estipula mudanças no eixo do croma).

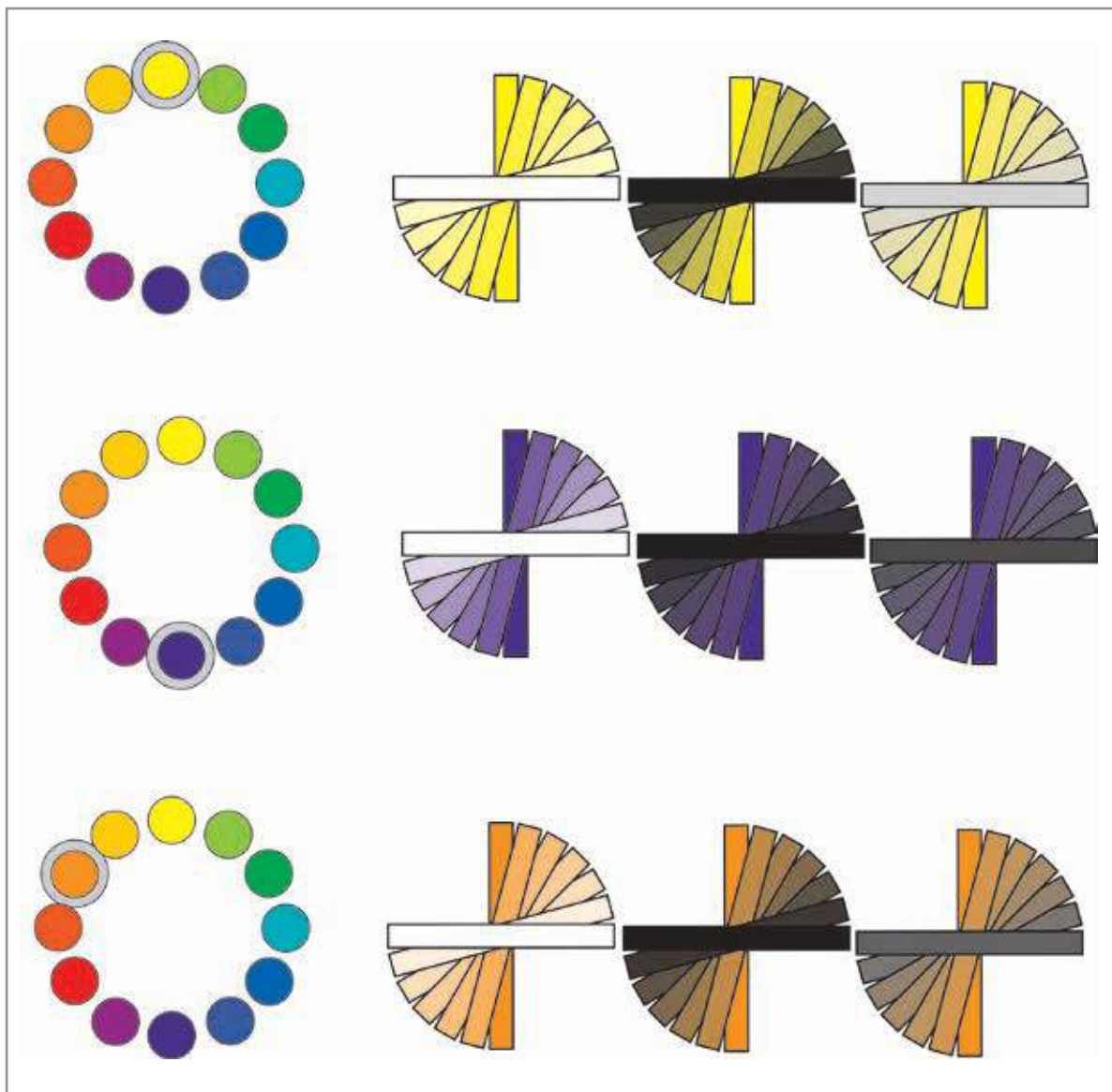
As paletas possíveis para este Esquema de Combinações de Cores também podem ser formadas a partir das três possibilidades ao mesmo tempo, ou seja, escolhe-se uma cor do Círculo Cromático e caminha-se com ela para o branco, para o preto e para o cinza correspondente numa única paleta. Ou ainda a partir de duas das escolhas possíveis, exemplificadas a partir da cor amarela, azul ou vermelha do Círculo Cromático, na Figura 4.3.

Como se trata de uma paleta restrita em cores e similar em tons, tem-se neste caso também a tendência a ser entediante, monótono, não fomentando o interesse. Para se evitar este efeito, deve-se explorar o fato de que será uma paleta formada nas luminosidades e nas possibilidades de sombras, explorando-se o projeto de iluminação juntamente com a aplicação física das cores.

Este Esquema de Combinações de Cores, assim como os anteriores, está classificado como um Esquema de Consenso, justamente por se tratar de uma paleta tranquila, isto é, que não causa estresse fisiológico. O resultado é considerado visualmente fácil de compreender, levando rapidamente o observador ao estado de tranquilidade e segurança com a boa interpretação. Por outro lado, esta mesma tranquilidade pode se tornar entediante a longo prazo.

Os contrastes gerados em valor, isto é, criando-se uma paleta a partir da mistura da cor com o branco, o preto ou o cinza correspondente, valorizam também a forma. Isto significa que quando se aplica este Esquema de Combinações de Cores, a forma fica mais valorizada, evidenciada, percebida do que a percepção cromática propriamente dita, seja em um cartaz, um *site* ou um ambiente físico como um *hall* de *shopping center* ou uma sala de espera.

Figura 4.3 – Esquema de combinações de cores monocromático, onde se escolhe uma cor do círculo e a combina com o branco, o preto ou o cinza correspondente.



Análogas

O Esquema de Combinações de Cores Análogas é uma das muitas opções de combinações com mais de uma cor do Círculo Cromático. Este esquema se diferencia dos outros por ser construído a partir de cores vizinhas no Círculo Cromático ou bastante próximas.

Esta é uma escolha bastante comum, isto é, muito frequente no mundo visual cotidiano. A razão desta escolha está na causa de uma espetacular sensação de conforto visual e psicológico.

Quando se escolhe uma paleta com duas ou mais cores vizinhas ou muito próximas no Círculo Cromático, os olhos tendem a reconhecê-las como possuidoras de uma grande similaridade, promovendo a imediata interpretação de uma composição harmoniosa, consensual. Por isso, este Esquema de Combinações de Cores também é chamado de Esquema de Cores Adjacentes ou Consonantes.

Para se elaborar uma paleta de Cores Análogas, promovendo assim os seus efeitos psicológicos, bastam dois ou três matizes no Círculo Cromático. A escolha de uma cor primária com uma secundária e uma terciária consecutivas é a composição ideal.

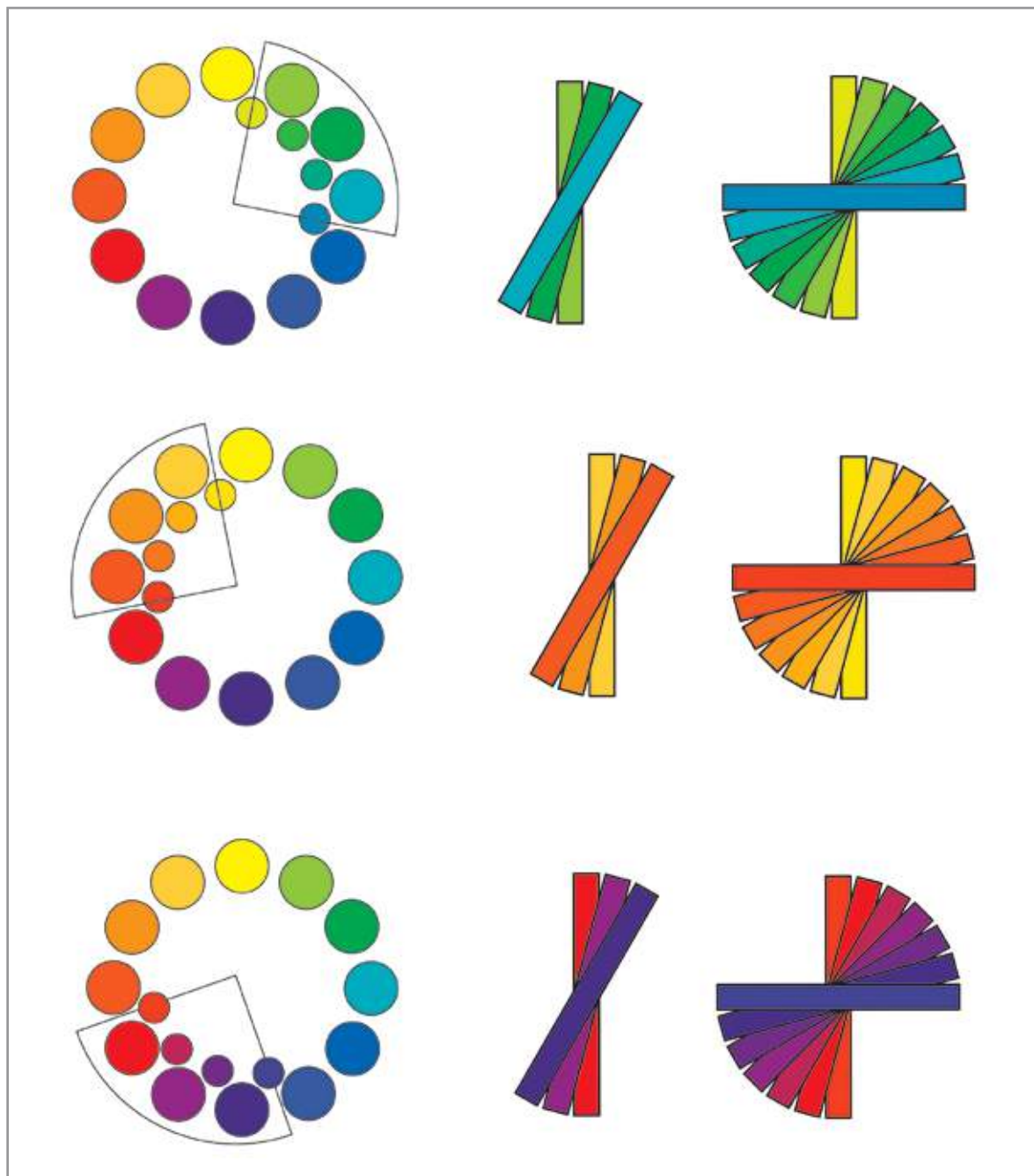
Segundo Kopacz (2003), é interessante limitar a paleta formada a partir deste Esquema de Combinações de Cores a uma faixa de 90 graus, como mostra a Figura 4.4. Esta faixa pode ser ampliada nas cores intermediárias, se ainda continuar a apresentar cores vizinhas na paleta. Porém, acima do ângulo de 90 graus, cores contrastantes podem competir com a percepção das cores análogas, resultando em estresse visual.

A este Esquema de Combinações de Cores Análogas pode se somar o Esquema de Combinações de Cores Acromático, Neutro ou Monocromático, com o cuidado de ter os últimos em restrição, para que não concorram com a percepção da analogia das cores em blocos.

Como os olhos têm, fisiologicamente, uma tendência a unir em blocos as cores análogas deste Esquema, esta paleta pode ser utilizada quando formas diferentes precisam parecer ter algo em comum.

Quando duas Cores Análogas são colocadas lado a lado e seus limites se tocam, sua diferença em tonalidade fica evidente, como se aprendeu com os Contrastes Simultâneos de Michel-Eugène Chevreul. Porém, se tons do Esquema de Combinações de Cores Acromático ou Neutro forem colocados entre essas duas Cores Análogas, elas se tornam similares e até mais próximas do que realmente são para a percepção visual cromática. Como um exemplo deste efeito, quando em *design* de moda, se projeta um vestido ou um casaco em Cor Análoga à cor dos olhos da pessoa que vai usá-lo, a cor dos olhos se ressalta. Como o rosto e o pescoço de uma pessoa têm cor neutra (castanhos), as cores da roupa e dos olhos vão se agregar em um bloco, aumentando a qualidade da cor.

Figura 4.4 – Esquema de combinações de cores análogas, onde se escolhe uma cor do círculo e a combina com suas cores vizinhas até um ângulo de 90 graus.



Esquemas de Equilíbrio

Os Esquemas de Combinações de Cores de Equilíbrio são assim chamados porque promovem o Equilíbrio no contraste das cores, a partir do Círculo Cromático.

Procura-se escolher as cores em Equilíbrio sob dois aspectos: o fisiológico e o simbólico. O Equilíbrio fisiológico acontece na escolha de cores que se complementam no estresse e alívio dos cones óticos, promovendo assim o conforto visual. Estes cones, como visto nos aspectos fisiológicos da cor, fazem o trabalho de traduzir fisiologicamente a cor no caminho para o cérebro. Este processo acontece sob estresse, isto é, os cones registram a informação da luz refletida a partir do objeto. Quando isso acontece, os olhos procuram rapidamente a cor oposta, para justamente obter algum alívio, alcançando assim o conforto visual fisiológico.

O Equilíbrio simbólico vem da tentativa de promover a mesma complementação, porém no significado das cores. Este Equilíbrio vem da escolha de uma paleta, a partir da sua oposição no Círculo Cromático, obtendo assim o conforto psíquico no contraste de significados.

Sendo assim, os Esquemas de Combinações de Cores de Equilíbrio promovem justamente o Equilíbrio fisiológico em cores opostas e, ao mesmo tempo, o Equilíbrio simbólico nos significados opostos, promovendo o conforto visual e psíquico ao mesmo tempo. Tudo isso dentro de paletas contrastantes.

O Equilíbrio através da escolha das cores em oposição é agradável fisiologicamente aos olhos, porque promove a experiência cromática sem esforço fisiológico no resultado da percepção, já que é imediatamente equilibrado e qualquer esforço é aliviado, promovendo parte do complexo prazer estético.

Ao mesmo tempo, as harmonias de Equilíbrio promovem o equilíbrio psíquico através da escolha de cores também complementares em significado, de onde virá a sensação de complemento e completude também em efeitos.

A maioria dos Esquemas de Combinações de Cores de Equilíbrio começa com a localização das cores complementares no Círculo Cromático. Como foi visto anteriormente, chamam-se cores complementares aquelas que, quando misturadas entre si, promovem o cinza neutro.

São Esquemas de Combinações de Cores de Equilíbrio: Diádicas Complementares, Diádicas Tons-Rompidos, Triádicas Assonantes, Complementares Divididas, Esquemas com quatro cores e Esquemas com seis cores.

Diádicas Complementares

Figura 4.5 – Esquemas de combinações de cores diádicas complementares. A paleta é formada por duas cores contrárias no círculo cromático.

O Esquema de Combinações de Cores Diádicas Complementares é uma paleta bastante utilizada. Formado a partir de duas cores complementares contrárias quaisquer no Círculo Cromático, este Esquema promove o equilíbrio nos tons contrastantes, como mostra a Figura 4.5.

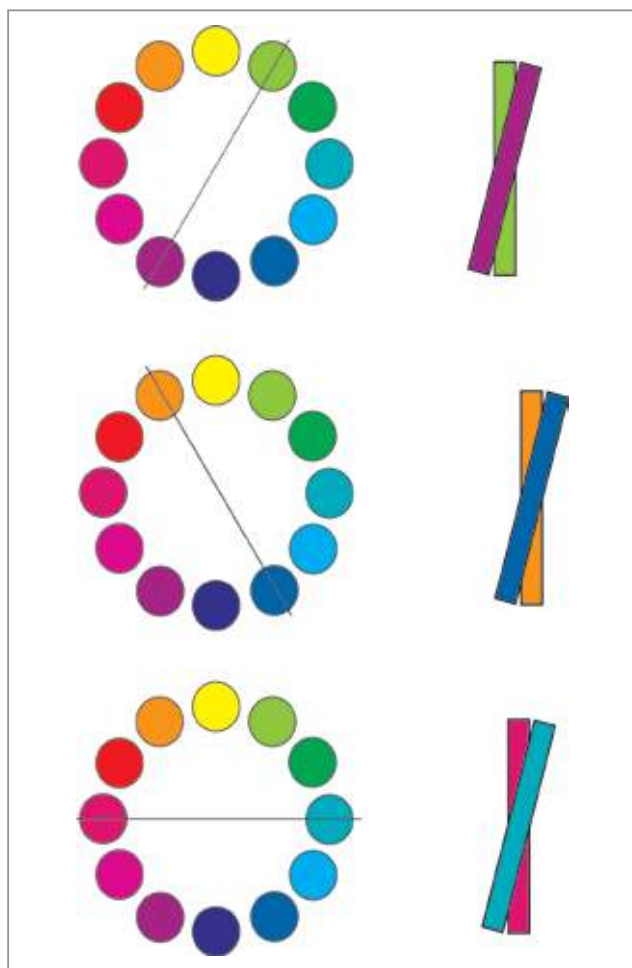
Este Esquema de Combinações de Cores é muito marcante, pois é o perfeito exemplo de conforto visual, no sentido fisiológico, e conforto simbólico, no sentido psíquico.

Ao mesmo tempo, quando se utiliza os dois tons exatamente contrários no círculo, as cores

competem por atenção e acabam criando uma dualidade na percepção que se torna dinâmica. Esta dinamicidade é complementar, promove o conforto visual na complementaridade, porém não se aconselha utilizar estes Esquemas de Combinações de Cores em textos. O contraste entre as duas cores complementares é o contraste exato, onde os cones óticos se complementam em estresse e repouso, o que não promove o movimento necessário à leitura.

Uma das melhores maneiras de se utilizar este Esquema de Combinações de Cores, explorando sua complementaridade e ao mesmo tempo promovendo sua atenção, é a junção com o Esquema de Combinações de Cores Monocromático, criando outra paleta de valores a partir de uma das duas cores complementares escolhidas.

Outra forma de se utilizar o Esquema de Combinação de Cores Diádicas Complementares é trabalhar com diferentes quantidades entre as duas cores escolhidas. Assim, a cor que está em maior quantidade passa a ser o tom dominante, promovendo o Contraste Simultâneo, Sucessivo ou Misto, e os efeitos de Michel-Eugène Chevreul.



Diádicas Tons-Rompidos

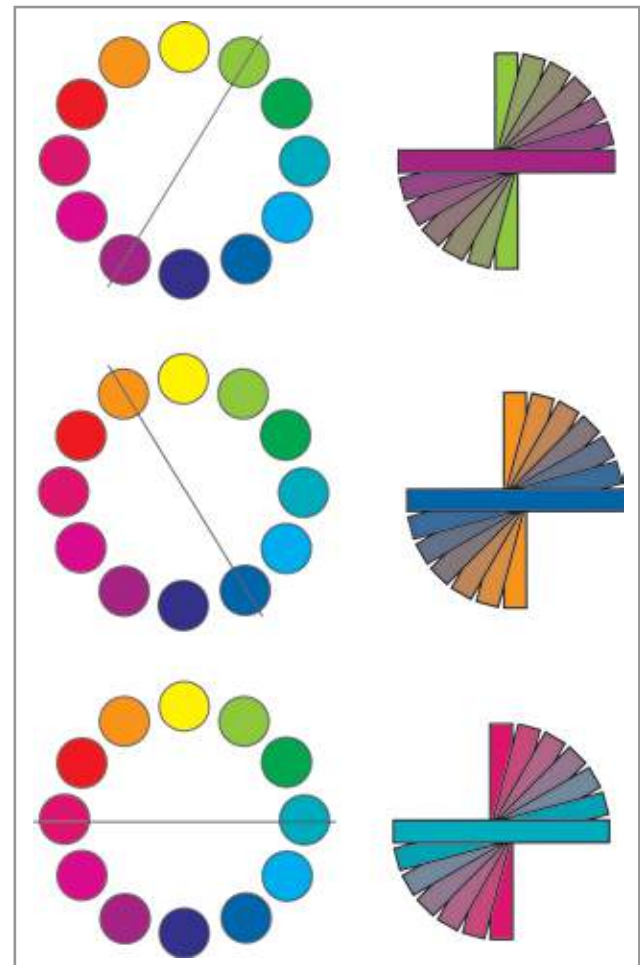
O Esquema de Combinações de Cores Diádicas Tons-Rompidos acontece a partir da escolha de uma cor do círculo, na sua junção com sua complementar, promovendo o que se chama de paleta de Tons-Rompidos. Esta paleta passa pelo cinza neutro, como mostram os exemplos da Figura 4.6.

A paleta formada a partir do Esquema de Combinações de Cores Diádicas Tons-Rompidos promove o equilíbrio quando utilizada em situações onde os sombreamentos são necessários.

Sabe-se, desde os Impressionistas, que o preto não existe na natureza e que, conseqüentemente, quando se utiliza o preto para promover as sombras e uma imagem, ela parecerá artificial. A melhor sombra é promovida através da mistura da cor com a sua complementar. Deste modo, se uma cor azul ciano necessita uma sombra para causar a ilusão de tridimensionalidade, a melhor cor para este efeito não é o preto e sim o vermelho, sua cor complementar. Isto acontece porque a mistura do ciano com o vermelho, cores complementares, resulta em uma extensa paleta de Tons-Rompidos.

Tons-Rompidos são, na definição, a somatória de todas as cores pigmento possíveis, o que resulta em um tom muito mais dinâmico e “colorido” que o preto.

Figura 4.6 – Esquemas de combinações de cores diádicas tons-rompidos. A paleta é formada pela junção de duas cores contrárias complementares no círculo cromático.



Triádicas Assonantes

Os Esquemas de Combinações de Cores Triádicas Assonantes são o equilíbrio perfeito entre três cores do Círculo Cromático, numa paleta formada em um triângulo equilátero.

Este esquema promove o equilíbrio geométrico por se tratar de paletas construídas a partir de cores equidistantes no Círculo Cromático, e também promove o equilíbrio psíquico por ser uma paleta formada a partir de dois significados opostos e um intermediário.

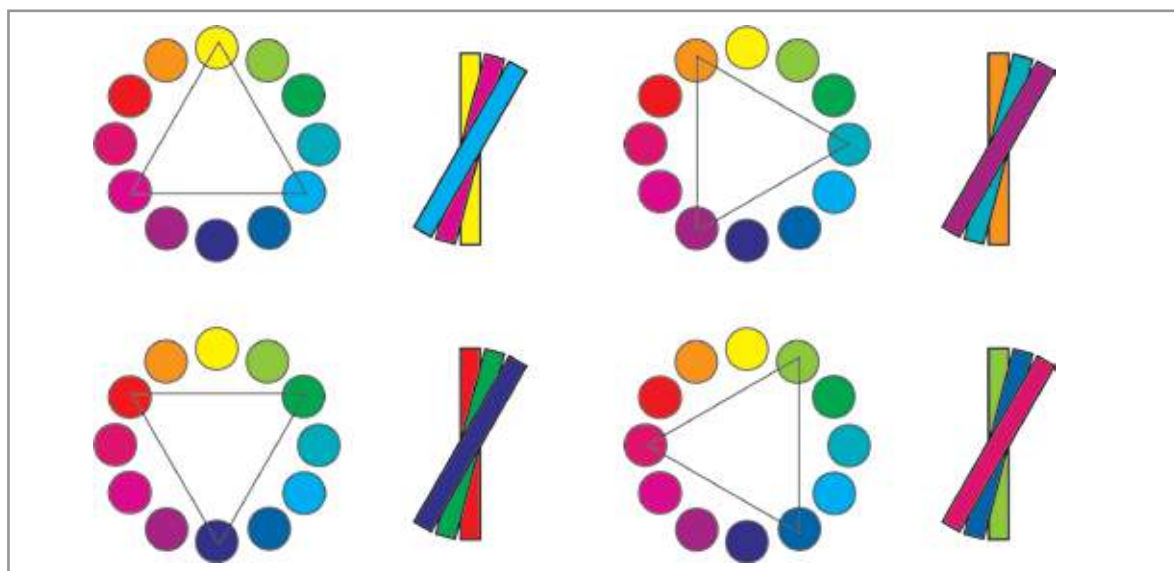
Como mostra a Figura 4.7, é possível se obter a partir deste Esquema de Combinações de Cores paletas a partir das três cores primárias, das três cores secundárias e duas paletas a partir das cores terciárias.

A construção dos significados das cores primárias é muito forte na cultura ocidental. Por isso, o esquema de Combinações de Cores Triádicas Assonantes formadas a partir das três cores primárias é uma paleta muito forte em significado. Quando utilizada, geralmente tem toda a atenção do observador para si. Ao mesmo tempo, por ser tão forte, se torna bastante tensa e irritante em pouco tempo.

Já a Triádica Assonante formada a partir das cores secundárias traz o equilíbrio do vermelho em oposição ao azul, com o verde entre as duas oposições radicais em significados.

As cores terciárias formam paletas equilibradas em significado, isto é, trazem também a oposição de duas das cores, com uma delas no ponto intermediário. São também paletas sensivelmente bonitas, promovendo o equilíbrio e dinamicidade ao mesmo tempo.

Figura 4.7 –
Esquemas de
combinações de cores
triádicas assonantes.
A paleta é formada
por três cores em um
triângulo equilátero.



Complementares Divididas

Este Esquema de Combinações de Cores começa com a identificação das duas cores complementares no Círculo. A partir desta identificação, procuram-se as duas cores vizinhas de uma das cores complementares. Assim, tem-se uma paleta formada por três cores em equilíbrio, também em um triângulo, como nos Esquemas de Combinações de Cores Triádicas Assonantes, mas desta vez em um triângulo isósceles, como mostra a Figura 4.8.

Utilizando-se as cores vizinhas de uma das cores complementares escolhidas, promove-se o contraste máximo antes das exatas complementares. Assim, tem-se, juntamente com o conforto fisiológico, o equilíbrio quase perfeito entre significados opostos e intermediários.

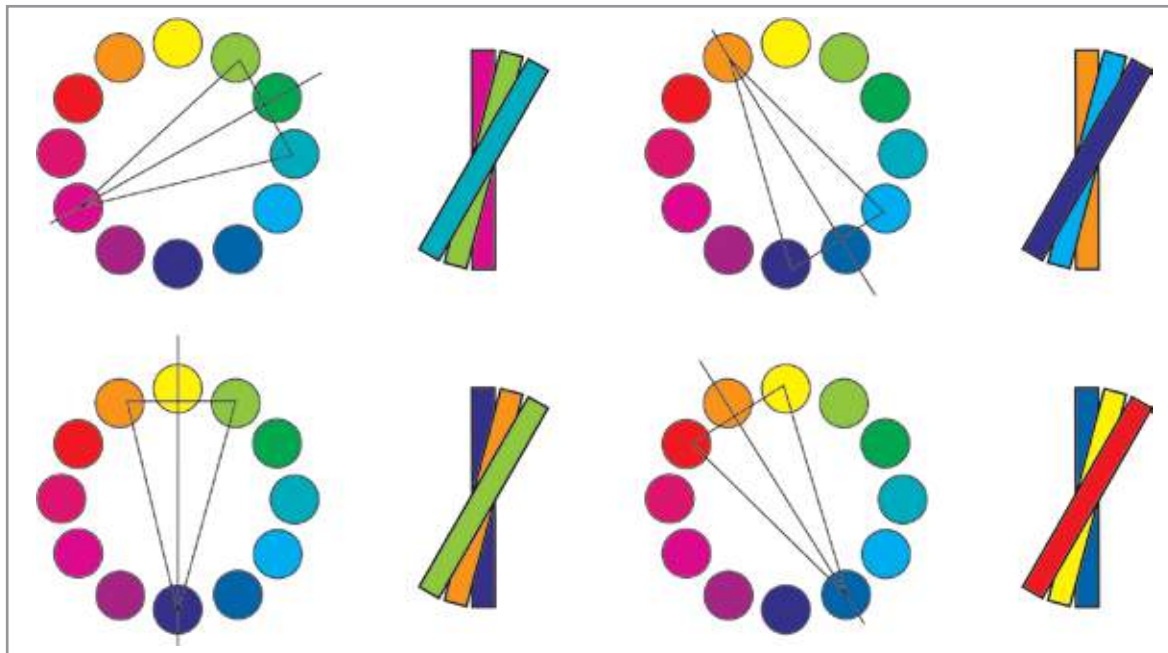


Figura 4.8 – Esquemas de combinações de cores complementares divididas. A paleta é formada por três cores em um triângulo isósceles.

Esquemas com quatro cores

Este Esquema de Combinações de Cores utiliza paletas formadas com quatro cores a partir do Círculo Cromático. Dentro dos chamados Esquemas de Combinações de Cores “Geométricos”, assim como os esquemas de Combinações de Cores Triádicas Assonantes e Complementares Divididas, oferece uma grande faixa de possibilidades.

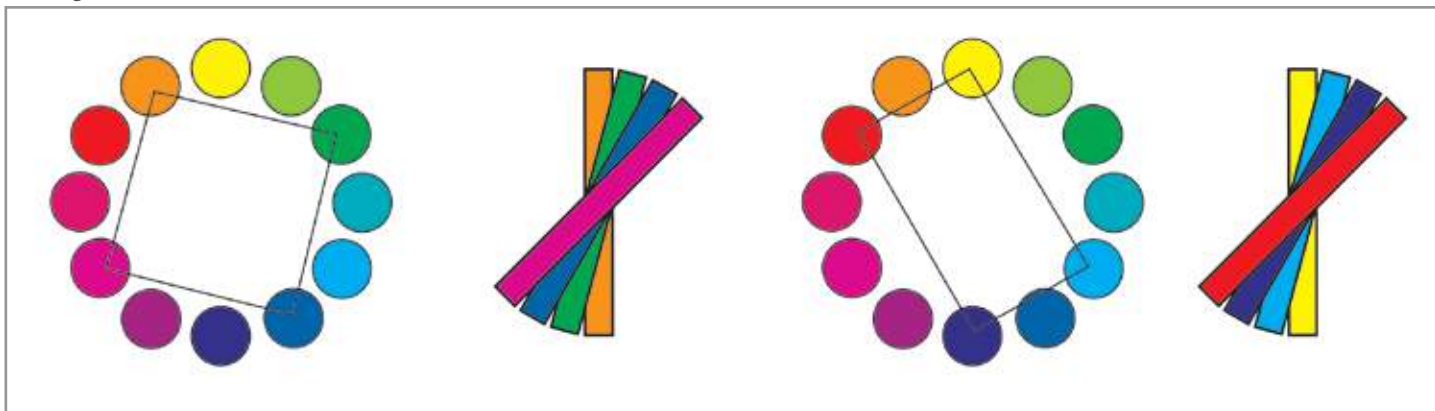
Algumas vezes, as paletas formadas a partir deste esquema oferecem combinações muito excitantes, outras vezes combinações muito prazerosas, resultando em paletas sofisticadas.

Por causa desta complexidade, esta harmonia é melhor explicada em exemplos, como os da Figura 4.9. Para se obter as paletas dentro deste Esquema de Combinações de Cores, consideram-se quaisquer dois pares de cores igualmente espaçados, que certamente vão oferecer um forte equilíbrio. Esses pares devem formar um quadrado ou um retângulo.

Cada cor escolhida neste esquema tetraédrico não só forma um quadrado ou um retângulo como também é baseada em combinações de pares complementares. Isto quer dizer que promove um equilíbrio a partir de pares exatamente opostos, mas divididos em atenção.

A complexidade pode ainda ser maior se aos pares de complementares forem adicionadas diferenças de valor ou croma. Pode-se ainda alterar a complexidade deste Esquema de Combinações de Cores colocando quantidades diferentes de cada uma das quatro cores no mesmo ambiente ou suporte, virtual ou físico, resultando em combinações extremamente atraentes e interessantes, que estimulam a criatividade e a comunicação.

Figura 4.9 – Esquemas de combinações com quatro cores. A paleta é formada a partir de pares complementares resultando num quadrado ou num retângulo.



Esquemas com seis cores

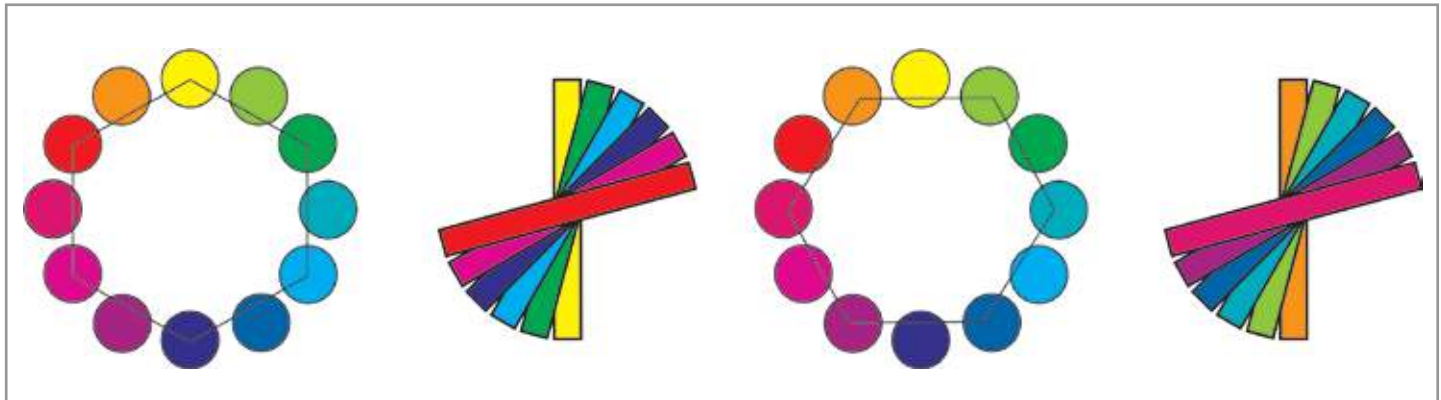
Para se encontrar uma combinação de cores equilibrada em seis tons, precisa-se definir um hexágono dentro do Círculo Cromático. É assim que se forma a paleta para o esquema de Combinações com seis cores. Como no Esquema de Combinações com Quatro Cores, este esquema também está dentro dos chamados Esquemas “Geométricos”, como mostra a Figura 4.10.

Geometricamente, a paleta formada a partir de um hexágono dentro do Círculo Cromático é uma combinação dos três pares de cores complementares igualmente espaçados.

Existem somente duas possibilidades de hexaedros dentro do Círculo Cromático, compostos por três pares de cores complementares igualmente espaçados. O primeiro deles combina os pares de primárias e secundárias, enquanto que o segundo hexaedro é a combinação entre todas as cores terciárias.

Como são paletas com muitas cores saturadas, recomenda-se o uso deste Esquema de Combinações de Cores em áreas ou suportes, mesmo virtuais, designados às crianças.

Figura 4.10 – Esquemas de combinações com seis cores. A paleta é formada a partir de um hexágono dentro do círculo cromático.



ATIVIDADE #6

MANDALAS COLORIDAS EM ESQUEMAS DE COMBINAÇÕES

Objetivo: aprender a manipular o Círculo Cromático nos esquemas de combinações de cores e gerar exemplos materializados de cada um deles em todas as possibilidades.

Material: mandalas para pintar, lápis de cor.

Descrição: pintar mandalas prontas (ou desenhá-las), de acordo com cada Esquema de Combinações de Cores, em todas as possibilidades. Por exemplo, pintar várias mandalas com três cores análogas no círculo.

RELAÇÕES ENTRE A COR E A FORMA: ALGUMAS TEORIAS

Um triângulo vermelho é diferente de um triângulo amarelo, assim como um quadrado verde é diferente de um quadrado azul, como se pode perceber nas Figuras 4.11 e 4.12, mas por quê?

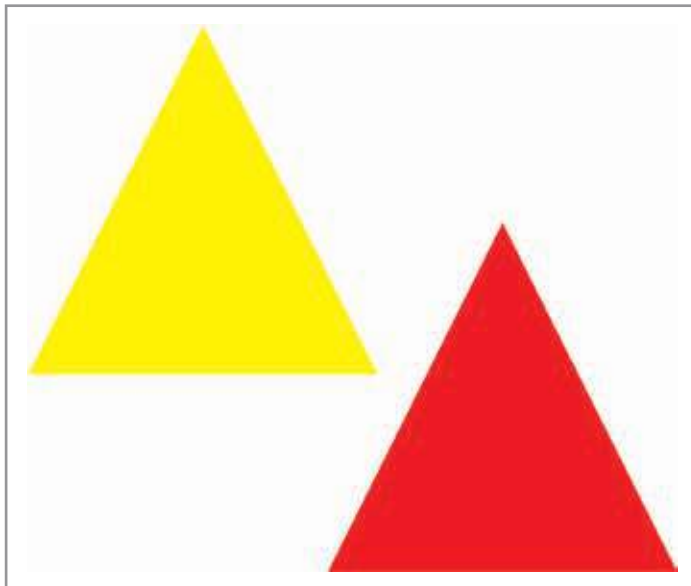
Durante muito tempo, o estudo das cores enquanto teoria caminhou paralelamente ao estudo da forma, sem interação alguma. Na maior parte das vezes, a relação entre estas duas teorias se deu de maneira intuitiva e empírica, mas importantes autores tentaram estruturá-la metodologicamente, dentre eles, Wassily Kandinsky, Karl Gerstner e Johannes Itten.

Buscando resposta para a questão de que cor corresponderia a que forma, estes autores exploraram tanto correlações racionais como as necessidades emocionais envolvidas na interação da teoria da cor com os estudos da forma.

Kandinsky (1991), por exemplo, busca esta resposta através da investigação sobre o expressivo poder das formas e das cores. Ele acreditava que a cor e a forma eram os dois meios pelos quais a pintura deveria atingir seus objetivos, e por isso deveria existir uma relação inevitável

Figura 4.11 – (À esq.) Um triângulo amarelo é diferente de um triângulo vermelho em seus resultados perceptivos. Por quê?

Figura 4.12 – (À dir.) Um quadrado verde é diferente de um quadrado azul em seus resultados perceptivos. Por quê?

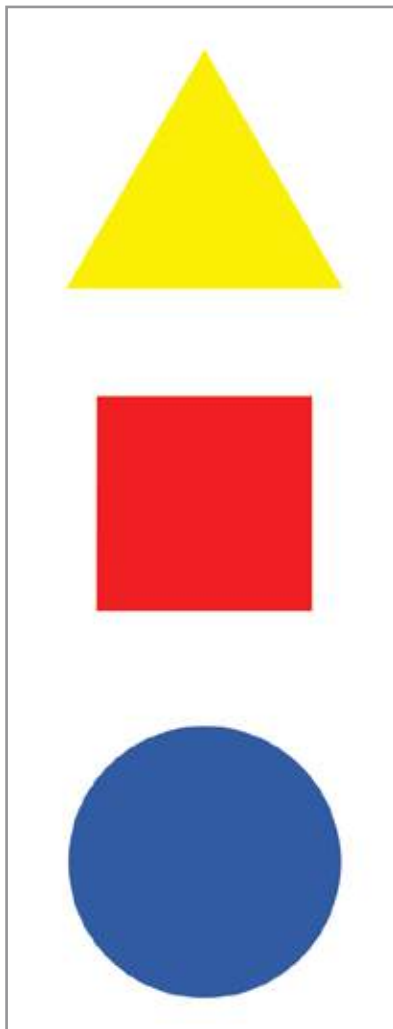


entre a cor e a forma. Esta conclusão o levou a examinar os efeitos que a forma exerce independentemente da cor.

Kandinsky (1991, p. 65) tinha uma forma peculiar de escrever, invocando sentimentos e a razão ao mesmo tempo:

[...] A forma, mesmo quando abstrata e geométrica, possui o seu próprio som interior; ela é um ser espiritual, dotado de qualidades idênticas a essa forma. Um triângulo (agudo, obtuso ou isósceles) é um ser. Emana um perfume espiritual que lhe é próprio. Associado a outras formas, este perfume diferencia-se, enriquece-se de nuances – como um som das suas harmonias –, mas no fundo permanece inalterável. Tal como o perfume da rosa que nunca se poderá confundir com o da violeta. O mesmo acontece com o círculo, o quadrado e com todas as formas imagináveis [...]

Figura 4.13 –
Correlações entre
as cores e as formas
de acordo com
Kandinsky.



Por causa deste primeiro pensamento, Kandinsky (1991) tinha um conceito diferente de harmonia. Ele acreditava que a eventual dissonância entre a forma e a cor não deveria ser considerada uma desarmonia. Ao contrário, poderia representar uma possibilidade nova e, portanto, até uma causa de harmonia.

Baseando-se neste pensamento, Kandinsky observou que um triângulo pintado de amarelo, um círculo azul, um quadrado verde, outro triângulo verde, um círculo amarelo, um quadrado azul e assim sucessivamente, eram muito diferentes uns dos outros, e como tais produziam efeitos perceptivos também bastante diferenciados, isto é, as cores se realçavam em valor dentro de certas formas, assim como se apagavam dentro de outras.

A partir de alguns experimentos, a principal observação de Kandinsky, sem dúvida, foi a de que cores puras têm um som mais adequado em formas puras.

Se havia cores primárias e formas primárias, teria de haver uma relação coerente entre elas, onde se iluminassem mutuamente.

A primeira correlação entre a forma e a cor observada por Kandinsky foi entre as cores-pigmento opacas primárias (amarelo, vermelho e azul) e as formas primárias (triângulo, quadrado e círculo), respectivamente. Os sólidos também apresentavam as mesmas correlações: amarelo – tetraedro, vermelho – cubo e azul – esfera, como mostra a Figura 4.13.

É importante observar no pensamento de Kandinsky que o fundamental não é pintar os triângulos necessariamente de amarelo, mas sim notar que as cores e as formas têm um caráter próprio, independente do que representam em significado. Além do mais, as características de umas apresentavam interações muito concretas

com as outras, como, por exemplo, a concordância do amarelo com o triângulo, o que ele denominou de Princípio da Necessidade Interior.

Sendo também um pintor e professor de Teoria da Cor na famosa escola de arte alemã dos anos 20, a Bauhaus, Kandinsky possuía liberdade e experiência para afirmar que a arte age através da sensibilidade e intuição e, mesmo que se partisse das mais exatas proporções, pesos ou medidas, não se poderia proporcionar um resultado justo, e que o equilíbrio e as proporções se encontram no próprio artista. Assim, a intuição era a base de suas pesquisas na correlação entre as cores e as formas.

Outro artista e pesquisador desta correlação foi Karl Gerstner (1988), que também trabalhava com o perfume e a expressão intuitiva na relação entre as cores e as formas. Partindo das ideias já estipuladas por Kandinsky, ele aprofunda-se no problema, questionando-se: o que seria uma cor ou uma forma primária?

Todos os seus passos seguintes seriam dependentes das respostas a esta primeira questão. Kandinsky já havia firmado o vermelho, o amarelo e o azul como sendo as cores primárias, mas qual seria exatamente o amarelo primário? Qual o vermelho? E qual o azul?

Gerstner sabia que Maxwell havia desenvolvido uma teoria da cor baseada na síntese aditiva e também nas cores-luz de Newton, cujas primárias eram o vermelho (R), o verde (G) e o azul (B). Sabia também que as relações nas chamadas cores aditivas ou cores-luz eram bastante diferenciadas das relações por síntese subtrativa das cores-pigmento, escolhidas por Kandinsky para o desenvolvimento de sua teoria.

Além de serem as cores do físico diferentes das cores do artista, ainda sabia Gerstner que era possível adotar uma teoria de quatro, de cinco ou até vinte e quatro cores primárias para correlacionar cores e formas.

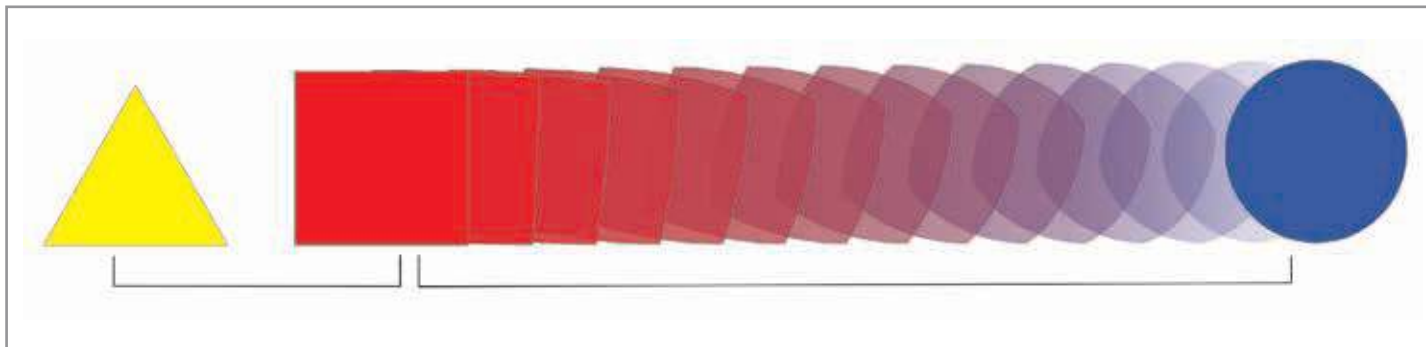
Então ele propôs-se a trabalhar com o Círculo das Cores de Goethe, com qualquer número de tons, isto é, o importante era que as cores estivessem corretamente situadas num Círculo de Cores, cada uma frente à sua complementar.

Por outro lado, em se tratando das formas, a dificuldade não era tão grande, pois a quantidade de possibilidades na teoria da cor não existia no caso das formas. O triângulo, o quadrado e o círculo eram, indiscutivelmente, as formas primárias.

Pensando num possível círculo para as formas, Gerstner concluiu que o quadrado poderia derivar-se tranquilamente do triângulo, apenas colocando-se uma aresta a mais, mas o círculo não derivava facilmente do quadrado. Entre eles existiam infinitos polígonos, como pentágonos, hexágonos, e assim sucessivamente.

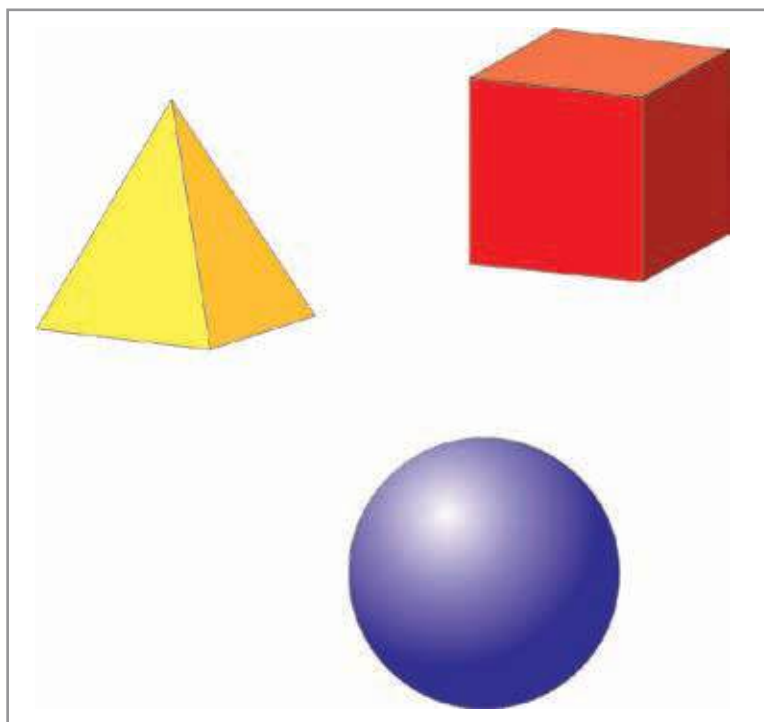
Em outras palavras, não havia estados intermediários entre o triângulo amarelo e o quadrado vermelho de Kandinsky, enquanto que entre este último e o círculo azul existia um número infinito de formas intermediárias, como ilustra a Figura 4.14.

Figura 4.14 –
Intervalos entre as
formas.



A partir destas primeiras colocações, as formas sólidas de Gerstner evoluíam sozinhas. Aparando as arestas do tetraedro amarelo, ele obteve os estados intermediários que queria, chegando ao cubo vermelho. A partir daí chegou até a esfera, se não em um sentido geométrico exato, ao menos bastante aproximado, como ilustra a Figura 4.15.

Figura 4.15 –
Evolução
tridimensional.



Não foi difícil para Gerstner aceitar as correspondências entre cores e formas dadas por Kandinsky. A relação entre o azul e o círculo, por exemplo, parecia acertada, pois o azul, para Gerstner, era tão estático e passivo quanto o círculo, como mostra a Figura 4.16.

Figura 4.16 – O azul no círculo.

A correspondência entre o vermelho e o quadrado também parecia razoável, porém o vermelho tinha características contraditórias que para Gerstner não estavam expressas na correlação de Kandinsky.

Tanto a forma do quadrado como a cor vermelha expressavam clareza, firmeza e certeza, mas ao mesmo tempo o vermelho expressava características opostas às do quadrado, exibindo tensão, atividade e vibração.

Seguindo os apontamentos de Kandinsky da correlação entre a linha horizontal e o branco, entre a vertical e o preto, Gerstner chega à conclusão de que o vermelho corresponderia à diagonal. A diagonal estaria firmemente apoiada na superfície e manifestaria uma grande tensão interna, o que daria base para a correlação entre a diagonal e o vermelho.

Gerstner então soluciona a questão colocando o quadrado vermelho de Kandinsky em posição diagonal, obtendo assim a tensão correspondente ao vermelho (Figura 4.17).

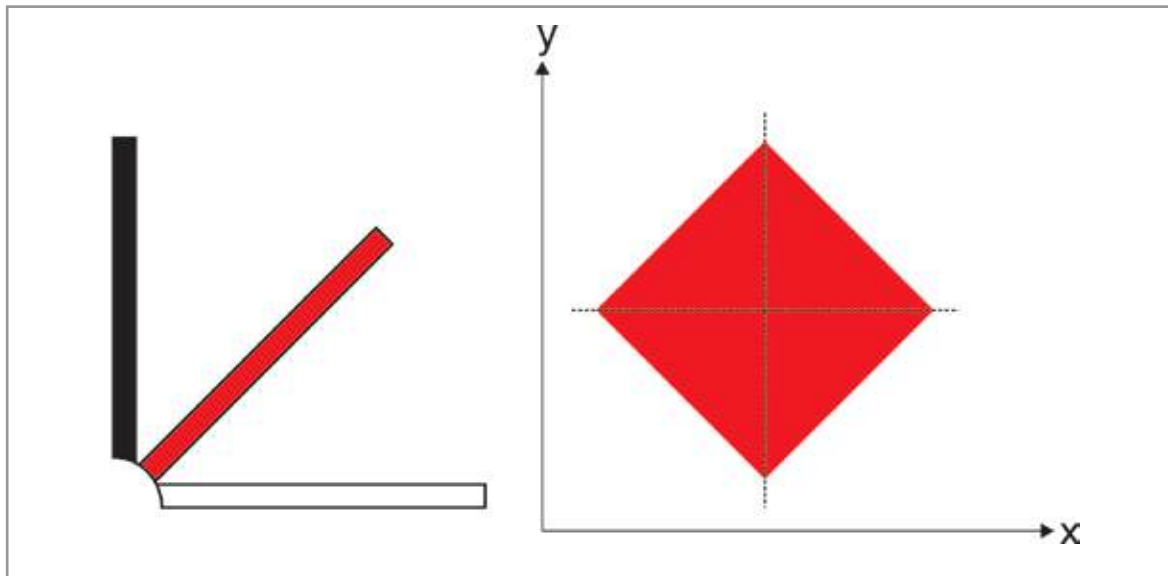
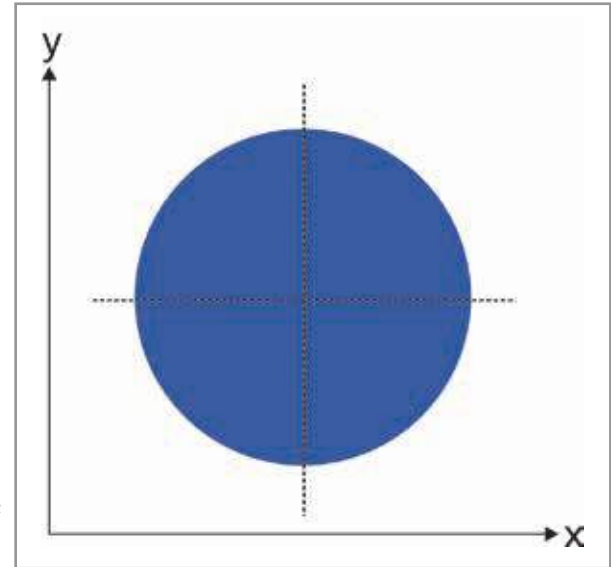
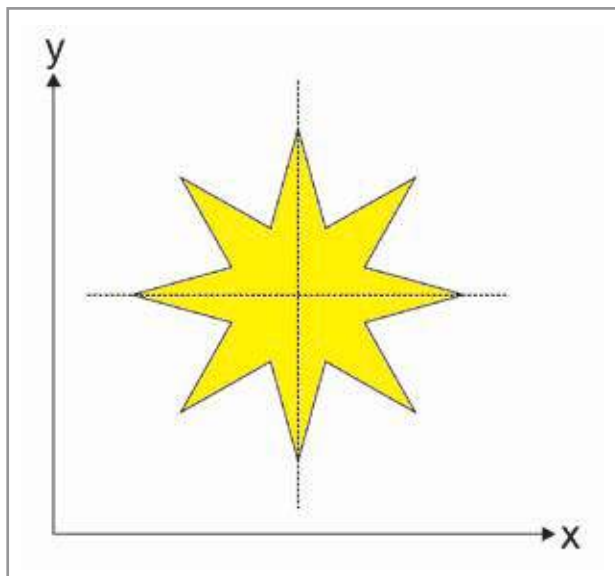


Figura 4.17 – Quadrado na diagonal.

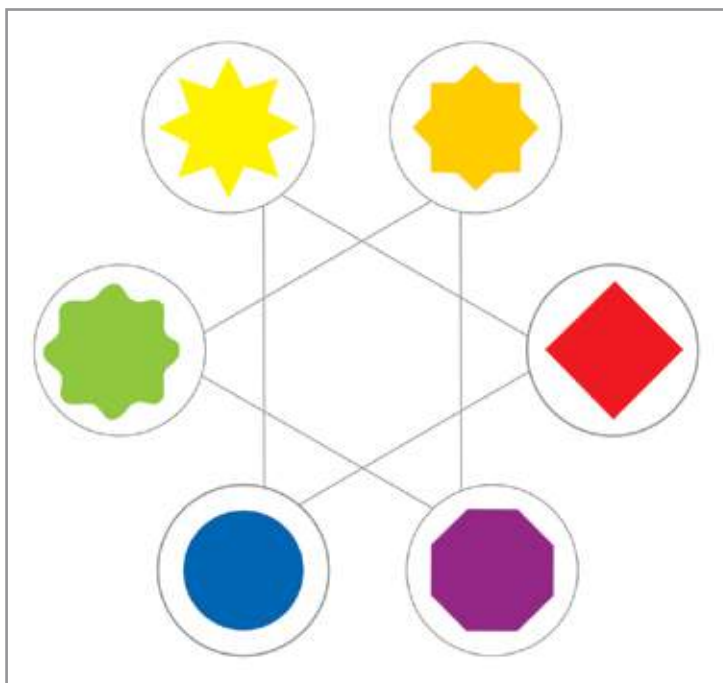
Figura 4.18 – Estrela amarela.



A correlação entre o amarelo e o triângulo também não estava totalmente coerente para Gerstner. Para ele, a forma e a posição do triângulo eram elementos determinantes e expressavam uma personalidade definida. Procurou então uma forma que fosse mais independente de sua posição, para que pudesse se correlacionar com o amarelo. Encontrou a combinação de dois triângulos, que formariam uma estrela de seis pontas, evoluindo para oito pontas para possuir dois eixos de simetria (Figura 4.18).

Para Gerstner, as formas eram elementares em sua expressão, e não em sua geometria. Elas deveriam, assim como as cores, representar mais que a sua própria sonoridade interna. Assim, a estrela potencializava as características do triângulo.

Figura 4.19 – Sinais da cor.



Gerstner começa então a trabalhar nas correspondências entre as cores primárias e as formas primárias, o que ele chamou de Sinais da Cor. Misturando as formas primárias com as cores primárias, Gerstner obtém sinais da cor intermediários, situados logicamente num Círculo de Cores (Figura 4.19).

Os resultados demonstravam que os sinais das cores tinham origens heterogêneas. Por exemplo, o violeta, como forma intermediária de dois polígonos regulares, era outro polígono regular, o octógono. O laranja era uma forma mista, composta a partir de dois quadrados. O verde era uma forma sem definição geométrica, mas que se derivava logicamente do amarelo e do azul.

Assim, Gerstner obtém um sistema de seis Sinais da Cor, que serviram de base aos seus trabalhos plásticos artísticos, tanto em pintura quanto em escultura (Sinais da Cor Sólidos).

Outro pesquisador das correlações entre as formas e as cores foi Johannes Itten. Em seu livro *The Art of Color*, Itten (1992) concorda com Kandinsky no sentido de que uma teoria que estabelece correspondências entre a cor e a forma estaria mais próxima aos princípios empíricos do que aos princípios dos efeitos, tanto nas formas quanto nas cores.

Ele descreve, no decorrer de seus estudos, as qualidades expressivas das cores e das formas e afirma que em um trabalho de correlação entre os dois sistemas, essas qualidades expressivas seriam sincronizadas, isto é, as expressões de forma e de cor seriam sustentadas por elas mesmas.

Itten também parte das cores-pigmento opacas primárias (vermelho, amarelo e azul) e das três formas primárias (quadrado, triângulo e círculo), as quais ele denomina fundamentais. Para ele, assim como para Kandinsky, o quadrado correspondia ao vermelho, a cor da matéria, por simbolizar a substância, a gravidade e ter limitações bem definidas.

Admitia que o vermelho tem um movimento que causa tensão com a forma do quadrado, mas também admitia que o peso e a opacidade do vermelho combinavam com a forma estática e grave do quadrado.

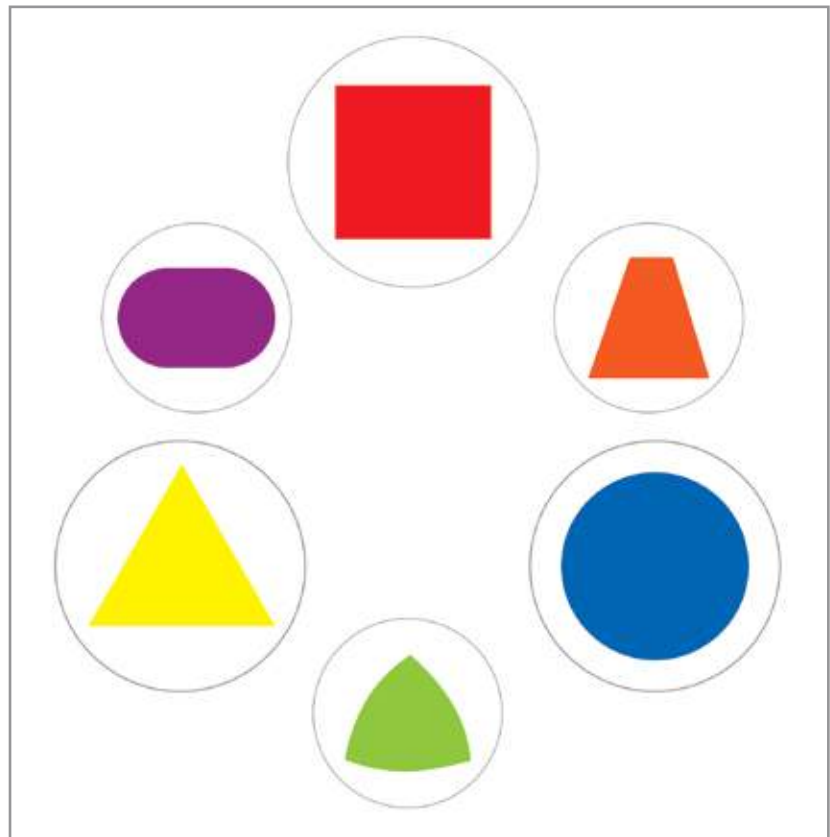
Quanto ao triângulo, Itten (1992) o definia como três diagonais entrecruzadas, formando ângulos agudos que produziram um efeito de belicosidade e agressividade. Para ele, o triângulo era símbolo de pensamento e, portanto, fazia correlação com o lúcido amarelo.

Para Itten, o círculo era um ponto em movimento, porém, a sensação de movimento do círculo era contrária à sensação de tensão do movimento do quadrado, pois o movimento do círculo gerava um sentimento de relaxamento e suavidade, como se o ponto descrevesse uma única e repetitiva trajetória. O incessante movimento circular correspondia entre as cores ao transparente azul.

As cores secundárias tinham o trapezoide para o laranja, o triângulo esférico (ou curvilíneo) para o verde, e a elipse para o violeta, como na Figura 4.20.

Itten acreditava que onde as cores e as formas se aceitassem mutuamente em suas

Figura 4.20 – Círculo das cores-formas de Itten.



expressões, seus efeitos se somariam. Numa pintura onde a expressão era principalmente construída através da cor, formas surgiriam a partir dessas cores, enquanto que, ao contrário, em trabalhos de pintura, onde a ênfase era na forma, surgiriam colorações a partir dessas formas.

Uma afirmação de Itten (1992) complementou definitivamente o respeito das correlações entre cores e formas. Ele concluiu que a partir das cores surgem formas subjetivas e que o contrário também é verdadeiro. Com isso, seus estudos enveredavam para os contrastes cromáticos e principalmente para as teorias da percepção cromática.

Na discussão dos aspectos psicológicos da cor, a ênfase na relação entre cor e forma é importante na medida em que nos revela teorias que se firmam na ligação entre uma determinada cor e uma determinada forma contida num objeto. Juntamente com os estudos das cores de memória e da percepção, estas teorias apontam para uma crença na efetiva união perceptiva entre a cor e a forma dos objetos.

É importante perceber que os estudos desses três pesquisadores mostram que, historicamente, a cor vem sendo atrelada à forma. Isto significa que, como profissional, devo ter essas informações como instrumento de aplicação da cor em projetos. A essência da informação é: formas “estridentes” são reforçadas perceptivamente pelo amarelo; formas “recortadas” são reforçadas perceptivamente pelo vermelho; formas “orgânicas” são reforçadas perceptivamente pelo azul.



A Teoria e a Prática,
ou Diretrizes para
a Aplicação da Cor
em Projetos



Para o estudante ou profissional interessado no papel da cor como mediação da percepção, é muito importante conhecer as informações sobre os principais aspectos da cor. Porém, depois de todo o esforço, ainda fica uma questão primordial: como aplicar toda essa informação, e dentro desse amplo panorama, onde é o lugar da intuição?

A informação sobre os vários aspectos da percepção cromática, por si, não resolve a aplicação da cor em projetos. Mesmo se fosse possível saber absolutamente todos os aspectos que envolvem a construção simbólica da cor, ainda assim não se estaria apto a aplicar a cor em qualquer lugar ou situação.

O uso da intuição, isoladamente, também não resolve a aplicação da cor em projetos, isto é, a escolha, a colocação e a avaliação dos efeitos da cor em projetos não podem estar vinculadas a uma situação puramente intuitiva. Um profissional que é responsável pelos efeitos da colocação da cor em objetos ou ambientes, que vão interferir na construção perceptiva das pessoas, não pode esperar identificar a colocação da cor unicamente pelos sentimentos abstratos.

A intuição do profissional é muito importante para o estabelecimento e aplicação da cor de forma harmônica, porém ela não funciona sozinha. Quando se conta somente com a intuição, a única informação que se traz, ainda que inconsciente, é a construção cultural de determinadas cores, tudo isso misturado com o gosto próprio do profissional, o que atrapalha bastante a consideração da perspectiva de quem vai viver naquele ambiente ou de quem vai utilizar determinado objeto que está sendo projetado, em relação a quem está projetando.

A solução, ainda que pareça um tanto complexa, é a junção da intuição (trazendo a vivência e a experimentação do indivíduo inserido em determinada cultura) com a informação, que potencializa e otimiza visivelmente a intuição.

Sendo assim, a seguir, colocam-se algumas diretrizes preliminares para se relacionar as informações contidas nos quatro capítulos anteriores com situações práticas de aplicação da cor em projetos. Obviamente não se tem aqui a intenção de esgotar este assunto, mas apenas colocar algumas questões para a aplicação da cor e, assim, motivar o reconhecimento de outras no mesmo sentido. Estas diretrizes preliminares somente serão complementadas pelo conhecimento prático e específico de cada área de aplicação.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

Na casa foi utilizada a cor-pigmento, principalmente nas cores: vermelho, lilás (azul-violetado + branco), rosa (magenta + branco) e cinza.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

Como o vermelho está mais perto de uma cor primária, ele é mais facilmente percebido, enquanto que as outras cores, como o rosa e o lilás, precisam de contraste para serem notadas em suas diferenças.

Por contraste simultâneo, o azul do céu fica mais brilhante perto do vermelho onde acaba o telhado da casa, enquanto que o azul violetado um tanto rebaixado pelo branco, mas ainda presente, implica em tons amareladas de brilho, que vão se alojar nos detalhes mais claros e brilhantes da casa, nas molduras das janelas e detalhes no corrimão da escada. O magenta, por contraste simultâneo, devolve o verde, que neste caso ressalta o jardim no entorno da casa.



3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

Os esquemas de combinações de cores escolhidos foram o de cores. Os esquemas de combinações de cores escolhidos foram o de cores análogas do vermelho ao azul-violetado, sendo que também aparece o monocromático do azul-violetado para o branco, o monocromático do magenta para o branco e o cinza.

Quando essas cores são colocadas no círculo, conseguimos perceber o contraste de toda a harmonia determinada para a casa em relação à cor azul do céu e ao verde das plantas, o que se ressalta mutuamente.

O vermelho tem a construção simbólica do destaque. Quando aplicado a detalhes, como no caso desta casa, chama a atenção para o modo com que as pessoas são cuidadosas e preciosistas com os detalhes. O rosa tem a construção simbólica da sabedoria do branco no magenta puro, o que lhe confere uma suavidade a mais. O lilás também traz a sabedoria do branco, porém, neste caso, como está colocado no azul-violetado, não provoca a suavidade do rosa, mas atenua ainda mais a concentração, resultando em uma dificuldade grande de se prestar atenção nas áreas onde se encontra a cor lilás.

Pelas relações entre a cor e a forma, todos os detalhes vermelhos estão colocados em formas quadradas ou “recortadas”, o que lhe confere uma atenção ainda maior em relação às outras cores da casa e de seu entorno. O vermelho, neste caso, ganha um reforço perceptivo pela forma.

DA INTRODUÇÃO HISTÓRICA DA TEORIA DA COR

Viu-se alguns dos principais pesquisadores, autores, artistas, enfim, pessoas que contribuíram para a formação da Teoria da Cor.

Considere a contribuição desses pesquisadores de forma cultural. Por mais que hoje tenhamos condições de atualizar suas pesquisas tecnologicamente, muitas vezes chegando até a refutá-las, os próprios autores, juntamente com o resultado de suas pesquisas, influenciaram outras pessoas que, por sua vez, materializaram estes resultados em suportes, povoando o mundo visual cromático, contribuindo assim com a construção cultural simbólica e, conseqüentemente, com o efeito das cores no cotidiano.

Quando Leonardo da Vinci propôs uma explicação para o fato de que vemos “mais ou menos azuladas” as coisas que estão mais ou menos longe de nós, ele influenciou toda a construção simbólica do azul. Além disso, ele também contribuiu para a nossa necessidade cada vez maior de explicar esses quase fenômenos perceptivos. Considere, assim, manipular a sensação de “longe” ou “perto” em projetos, com mais ou menos azul. Considere, também, tentar explicar a sua escolha e a colocação da cor em projetos. Esta explicação, muitas vezes, lembra os próprios manuais de Leonardo.

Leonardo foi um dos primeiros a nos contar sobre quais seriam as cores primárias. Vermelho, azul, amarelo e verde têm sido colocadas como cores primárias, sem necessariamente defini-las exatamente, por toda a história. Por isso, há muito tempo, o ser humano vem tendo essas quatro cores como imprescindíveis em qualquer paleta, não necessariamente como primárias, mas como “fortes”, geradoras de todas as outras cores. Considere essas cores como perceptivamente fortes, tendo claro que quando utilizadas em qualquer projeto vão “roubar” a atenção em relação a todas as outras, culturalmente, historicamente.

Isaac Newton nos brindou com a força da cor-luz. Quando coloca a luz na situação de prioridade absoluta, constrói esta prioridade em relação à cor-pigmento. A cor-luz, assim, tem mais força de efeito simbólico nas pessoas do que a cor-pigmento. Considere esta informação em projetos para *websites* ou para ambientes interiores, isto é, a cor-luz de um *website* tem mais força em “atrapalhar” a leitura, por exemplo, ou para “chamar a atenção”, do que um cartaz. Em um ambiente, nenhuma cor colocada nas paredes tem mais força perceptiva e simbólica do que a luz que a vai iluminar.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

A imagem mostra um prédio cujas cores estão em cor-pigmento. Elas são verde, vermelho, rosa, amarelo e branco.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

O verde utilizado no prédio vem de um esquema de combinações de cores monocromático, mas acaba sendo reforçado pelo verde saturado das plantas. O vermelho do sapato é saturado, tendo sua percepção reforçada por causa da sua proximidade com uma primária construída culturalmente. O amarelo também é muito forte na percepção, por causa da sua luminosidade, o que confere um quase total desaparecimento do rosa (ou magenta com branco) que, apesar de ser uma cor primária, não tem a mesma força em percepção que o vermelho ou amarelo.

Por contraste simultâneo, o verde devolve o magenta, que por proximidade vai reforçar justamente o vermelho e o rosa. Pelo mesmo motivo, o verde, por sua vez, também é reforçado, perceptivamente, pelo retorno do vermelho. Assim, todas as cores se ressaltam mutuamente.

3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

Alegria do vermelho, movimentação, comunicação. Verde equilíbrio, harmonia. Os esquemas de combinações de cores utilizados aqui foram as cores análogas, viajando assim pelo círculo nas vizinhas verde, amarelo, vermelho e magenta. As análogas emitem uma sensação de organização clara e tranquila, pois é uma viagem sem “sustos” pelo Círculo Cromático.

Neste caso, nem o verde é reforçado perceptivamente pela forma orgânica de estrela sem pontas e nem o vermelho é reforçado por formas recortadas, mantendo mais uma vez a tranquilidade inaugurada pelo esquema de combinações de cores análogas.



De Newton também tem-se as “sete” cores do arco-íris. Quando ele mostrou, há tanto tempo, que o arco-íris era formado por sete cores, contribuiu para a sensação nas pessoas que o final de uma paleta perfeita tem “sete cores”. Isto é, se um ambiente ou um *website* ou um cartaz ou um objeto qualquer ou, ainda, um cenário de televisão ou uma embalagem tem mais de sete cores, tem-se a tendência a achar cores “demais”. Considere esta informação em projetos. Considere a escolha sempre abaixo de sete cores saturadas, do Círculo Cromático, mesmo que esteja projetando um cenário de circo ou um parque infantil.

Apesar da discussão intensa entre Goethe e Newton, o primeiro traz uma informação importante para os profissionais de hoje, de que a cor só tem sentido quando um ser humano, dentro de sua cultura, a percebe. Esta informação é muito importante para um profissional que vai interferir na mediação perceptiva das pessoas. Considere o efeito que as cores vão provocar nas pessoas que vão utilizar o que está em seu projeto. Deixe a sua opinião pessoal de lado e utilize a sua intuição, ou seja, a sua própria inserção em sua cultura, como uma maneira de entender os desejos ou necessidades da pessoa que vai usar ou viver no ambiente que está em seus projetos. Considere os hábitos da pessoa que vai viver no ambiente que está projetando como sinais de sua mediação perceptiva particular, por exemplo, considere as roupas que a pessoa está utilizando como uma comunicação de seu modo de interação com a cultura material que a rodeia.

Michel-Eugène Chevreul sentiu na própria pele o que profissionais sentem ao negociar uma cor com qualquer pessoa, ou seja, a complexidade da percepção do universo colorido. Considere que as cores se influenciam mutuamente e pense na relação que existe entre elas. Uma cor isolada não é possível perceptivamente. As pessoas trazem informações cromáticas em suas retinas. Considere a informação cromática do todo, do entorno, do dentro e do fora, do uso, das prioridades.

Chevreul viveu mais de cem anos. Mudou sua vida completamente quando tinha 38 anos. Sua área primeira de pesquisa era química. Considere estudar sempre, mudar sempre, construir sempre e, principalmente, levar em conta todos os conhecimentos, a partir de todas as áreas para a aplicação da cor em projetos.

Como se viu, a Teoria da Cor continua evoluindo em suas informações. Considere acompanhar esta evolução, lendo últimas informações, estudando historicamente seus principais teóricos e seus resultados, sempre exercitando uma postura crítica.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

Cor-pigmento, vermelho, amarelo e azul. Branco e preto.

Fortíssimas cores, em percepção a tríade de cores-pigmento opacas primárias.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

Através do contraste simultâneo das cores, o vermelho reforça o ciano

que vai aquecer o azul, o azul reforça o amarelo e o amarelo reforça novamente o azul. Não há reforço em contraste simultâneo direto para o vermelho, que acaba assim se equilibrando com as outras cores em intensidade.

3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

O esquema utilizado neste ônibus é das triádicas assonantes do amarelo, vermelho e azul da tríade de cores-pigmento opacas. Este esquema é o equilíbrio perfeito do triângulo, que aponta para uma cor quente, uma fria e uma terceira cor intermediária. Por se tratarem das primárias culturalmente construídas, trazem uma força de significado juntamente com suas características físicas. Vermelho movimento, alegria, entretenimento; azul paz, tranquilidade e segurança no desejo alcançado; e o amarelo do brilho da energia que esquentar e mantém viva a chama da esperança.

A faixa azul do entorno das janelas é reforçada pela forma circular. O recorte da forma vermelha reforça também a cor enquanto que o amarelo não é reforçado pela forma, o que o equilibra em intensidade com as outras cores.



DOS ASPECTOS FÍSICOS DA COR

Os aspectos físicos da cor trazem informações sobre as cores que acontecem “fora” da percepção humana fisiológica. Isto é, existem estímulos vindos do ambiente, que provocam a sensação cromática nas pessoas, quer queiram, quer não.

Considere que existem diferenças entre a cor-luz e a cor-pigmento e que, por isso mesmo, o ser humano tem uma relação diferente com cada estímulo. Considere a colocação da cor em seus projetos segundo a relação que as pessoas terão com os diferentes estímulos. Se estiver projetando um *website*, considere a sensação que não se pode “pegar” a cor-luz, isto é, a sensação de imaterialidade da luz. Por outro lado, se estiver projetando um ambiente como uma loja em um *shopping*, considere o poder de reforço da sensação material que as paredes vão assumir tanto para quem será funcionário desta loja, quanto para quem vai comprar algo nela.

O Círculo Cromático é um instrumento importante de organização do complexo universo cromático. Considere desenvolvê-lo de acordo com o estímulo que vai utilizar. Por exemplo, se o projeto trata de um cenário de televisão, considere desenvolver e trabalhar com um Círculo Cromático a partir das cores-luz primárias. Por outro lado, se o projeto trata de uma embalagem, considere desenvolver um Círculo Cromático em cores-pigmento transparente, pois será necessário acompanhar a impressão e o correto resultado cromático para esta embalagem. Ainda, se o projeto trata, por exemplo, de uma sala de estar particular, considere desenvolver um Círculo Cromático em cores-pigmento opacas, aquelas que os artistas utilizam em suas paletas, pois o resultado com o uso deste círculo se aproxima dos ambientes onde tem-se vivido por muitas gerações.

Os Sistemas Cromáticos Ordenados servem como elementos de conhecimento para aumentar a segurança do profissional na colocação da cor em projetos. Estes sistemas mediam toda a construção de artefatos pelas indústrias, de um sofá a uma cafeteira, de uma calculadora a um carro, de um jogo de computador a um cenário de novela das oito. Portanto, é importante para um profissional saber qual o Sistema Cromático Ordenado aquela determinada indústria utiliza na fabricação de seus pigmentos ou luz antes de aplicar as cores em seus projetos. Por exemplo, se o projeto trata de um sofá, considere procurar saber qual Sistema Cromático Ordenado se utiliza na indústria que vai desenvolvê-lo, ou na indústria do material do que será feito. Deve-se pensar nisto porque, se esta indústria utilizar um sistema baseado na tríade de primárias em cores-pigmento opacas, significa pouquíssimas opções em roxo ou púrpura, já que fisicamente não se consegue o roxo a partir da mistura do vermelho com o azul.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

Este recipiente de resíduos recicláveis tem a forma de uma garrafa em cor-pigmento cinza, numa pretensa imitação de metal, com um rótulo verde monocromático para o branco.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

A cor verde utilizada é a mesma do círculo cromático, a verde primário de Goethe.

Por contraste simultâneo, o verde reforça o magenta. No caso deste recipiente, o magenta devolvido pelo verde reforça a tridimensionalidade na sobra da forma da garrafa, ressaltando o tipo de resíduo esperado para aquela situação.

3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

Os esquemas de combinações de cores escolhidos foram os monocromáticos. Um a partir do verde ao branco e outro dos cinzas coloridos. A ideia de metal no caso deste cinza reforça o artificial, o ruim para a natureza. O verde, pelo contrário, possui uma construção simbólica no entorno do saudável, do *light*, *diet*, seiva que sobe, movimento útil e jovem.

O desenho das setas em círculo em verde reforça a cor verde perceptivamente, já que se parece com uma estrela do amarelo, porém com pontas orgânicas do azul.



DOS ASPECTOS FISIOLÓGICOS DA COR

Os aspectos fisiológicos da cor trazem informações complexas e detalhadas, muito difíceis na compreensão para quem não tem a formação nas áreas biológicas. Porém, o esforço em compreendê-las e aplicá-las continua importante para o profissional, por exemplo.

Considere primeiramente que a fisiologia do ser humano independe, em certo nível, da cultura onde ele vive. Considere também que o conforto fisiológico visual pode ser uma meta importante na complexa aplicação das cores em projetos.

Os estudos sobre a Teoria Tricromática da Visão Cromática mostram que fisiologicamente percebemos a cor em “luz”, isto é, os cones ópticos são sensíveis à cor-luz, tanto advinda de fontes primárias como quando são resultados de reflexão a partir de objetos coloridos. Considere por isso que a cor-luz é o veículo de informação cromática e que se vem de uma fonte direta gera mais rapidamente os seus efeitos, sejam eles fisiológicos ou simbólicos. Isto é, se, por exemplo, estiver projetando um ambiente virtual que vai ser observado a partir de uma tela de computador, considere que todos os efeitos fisiológicos ou simbólicos aconteceram em frações de segundos, pois se trata de uma fonte direta em cor-luz. Quando uma parede é pintada com vermelho, ela vai necessitar de uma “tradução” desta cor-pigmento em cor-luz (quando os raios da luz branca atingem a superfície vermelha e refletem os raios “R”) para atingir os olhos e sensibilizar os cones ópticos, o que demora um pouco mais de tempo.

Se estiver projetando para alguém que tem distúrbios na visão cromática, considere que se trata de uma percepção diferente e não uma percepção “menor”. Um designer ou arquiteto tem muito a aprender com “estranhamentos” perceptivos, assim como qualquer pessoa com uma visão “normal”. Quando se depara com cores diferentes do que foi historicamente estabelecido, muito se recupera da construção cultural simbólica daquela cor. O que aconteceria se uma placa de “PARE” azul fosse encontrada numa das ruas mais movimentadas da cidade?

Ao mesmo tempo, se o projeto trata de algum ambiente destinado a pessoas com distúrbios na visão cromática, considere estudar a construção cultural simbólica possível nestes casos, para somente depois pensar nos efeitos que cada cor faz nestas pessoas. Quando a construção perceptiva cultural simbólica, que depende da sensação fisiológica da cor primeiramente, é diferente, seus efeitos certamente mostrarão alterações.

Toda cor que se vê é uma ilusão. Considere, a partir das informações sobre as ilusões perceptivas visuais cromáticas, que as cores se influenciam mutuamente e que efetivamente provocam mutações.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

As três casas são pintadas em cor-pigmento nas cores vermelho, amarelo e azul. Apresentam, portanto, as três cores primárias na tríade de primárias das cores-pigmento opacas, construídas culturalmente em sua percepção.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

Colocadas lado a lado, as cores dessas casas se reforçam mutuamente num perfeito equilíbrio. Nas cores de contraste simultâneo, o vermelho reforça o azul ciano, que vai morar no azul. O azul reforça o amarelo e o amarelo reforça o azul. Percebe-se esses reforços claramente na observação desta cena, pois o amarelo (fisicamente colocado com um pouco de branco) fica mais luminoso que o vermelho, pois é reforçado pelo retorno do azul.

3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

O esquema de cores escolhido é o das triádicas assonantes do vermelho, amarelo e azul, nas cores-pigmento opacas. Essa triangulação tem a construção de significado mantida pela tranquilidade do equilíbrio, tanto físico, quanto fisiológico e cultural.



Quando se aplica um amarelo em uma parede, o resultado fisiológico para este amarelo vai “esfriar” todo o entorno do ambiente. Quando se coloca vermelho num outdoor, não são as informações colocadas na área em vermelho que vão chamar a atenção, mas o que está colocado em azul, sua complementar. Se este mesmo vermelho estiver numa embalagem de “molho de tomate”, perceba que quando juntas, numa prateleira de supermercado, a informação em azul vai se tornar extremamente forte ao consumidor. Considere também estes fenômenos em cor-luz, onde acontecem mais rapidamente. Esses fenômenos não são “inexistentes”, mas ao contrário, funcionam principalmente quando se precisa chamar a atenção para detalhes.

DA COR EM SEUS ASPECTOS CULTURAIS E SIMBÓLICOS

Estudar e obter informações sobre a construção cultural simbólica das cores é muito dispendioso, não só porque são informações bastante complexas e envolvem muitas áreas de conhecimento, mas principalmente porque, por exemplo, o profissional está também inserido na cultura e participa desta construção cultural simbólica. Sendo assim, fica difícil separar a construção cultural simbólica desenvolvida coletivamente do que é gosto pessoal.

Considere estudar a construção cultural simbólica coletiva das cores e assim separar conscientemente o que é construção cultural “coletiva” e o que é sua construção “individual” dos significados das cores. Este processo de conscientização é importante para se identificar a mesma base coletiva de construção simbólica que tanto o profissional quanto quem vai usufruir de seus projetos estão inseridos.

Sobre a construção cultural simbólica das cores, se viu também, além de sua construção propriamente dita, sua materialização em dicionários, mitos, imagens, livros, cinema, e seus efeitos, advindos, por sua vez, da construção cultural. Considere obter outras informações sobre a construção de culturas específicas e considere também pensar sobre sua própria inserção no âmbito de sua cultura. Os efeitos das cores são mais dinâmicos do que a construção cultural coletiva das cores. Considere, por isso, principalmente, entender as conexões, redes e possíveis rizomas entre significados cromáticos construídos antes de pensar nos efeitos propriamente ditos. Por exemplo, se estiver trabalhando em um projeto para um ambiente particular de uma casa, considere eliminar ao máximo o seu gosto próprio e, por outro lado, evidenciar o gosto de quem vai habitar cotidianamente este ambiente. Mesmo que a escolha não lhe pareça esteticamente confortável.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

As cores-pigmento estampa-
das no carrinho de pipoca são as
cores vermelho, amarelo, cinza e
castanho.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

O vermelho e o amarelo apa-
recem fortes como primárias na
tríade de cores-pigmento opacas.

Por contraste simultâneo, o
vermelho e o amarelo reforçam
azuis diferentes, porém ambos mais escuros que a cor que os gerou. Esses azuis reforçam as som-
bras e os detalhes em preto, conferindo uma percepção de tridimensionalidade às letras e rótulo.

3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

Vermelho apetite, amarelo energia. Os esquemas de cores escolhidos foram o análogo das
cores quentes do Círculo Cromático, os cinzas coloridos e os neutros. Nada muito fora do
padrão, tentando reforçar a ideia da tradicional pipoca e alegria de um domingo no parque.



Considere os consensos, equilíbrios e contradições intrínsecos a cada Esquema de Combinações de Cores, mas não pense que a sua simples escolha já traz a harmonia cromática resolvida. Considere, principalmente, os consensos, equilíbrios e contradições dos Esquemas na relação com as outras informações. Por exemplo, se o projeto trata de um ambiente onde vive uma criança extrovertida, considere “não” colaborar com sua excitação, escolhendo um Esquema de Combinações de Cores Triádico Assonante de primárias, pois, apesar de ser um Esquema indicado para crianças, o efeito particular de cada cor utilizada neste Esquema é excitante e pode cultivar a ansiedade, a agitação.

Se o projeto trata de um quarto infantil feminino, fuja de Esquemas que privilegiam o magenta, principalmente se este magenta estiver em um Esquema Monocromático, onde se teria a exposição excessiva do rosa. Em construção simbólica, o rosa cultiva a sensibilidade, o que, em efeito, promove um crescimento voltado à não autopreservação e ao discernimento consciente. Uma menina que cresce em um quarto rosa monocromático terá sua sensibilidade cultivada ao extremo, levando-a a ter dificuldades em escolhas objetivas para seu futuro.

Em um projeto para uma embalagem, os Esquemas de Combinações de Cores devem estar voltados para chamar ou não a atenção do consumidor para prazeres ou desprazeres do consumo daquele determinado produto. Considere, neste caso, aproximar a escolha certa do Esquema de Combinações de Cores com os efeitos fisiológicos de Cores de Contraste. Por exemplo, se o projeto trata de uma embalagem de perfume, considere um Esquema que privilegie os contrastes extremos, como os Esquemas de Combinações de Cores Complementares, pois estes tendem a provocar o efeito de valorização de ambas as cores, mas considere evitar os Esquemas de Combinações de Cores em Tons-Rompidos, pois estes provocam tons que simbolicamente remetem à perda da jovialidade e do frescor.

As teorias que trazem a história das relações entre a cor e a forma mostram informações extremamente sensíveis e úteis para um profissional, no que diz respeito a evidenciar ou esconder formas em qualquer situação. Considere que cada forma pode ser reforçada ou completamente suavizada por uma cor e tire proveito desta informação. Se, por exemplo, o projeto trata de um *website* sobre comida, receitas e cursos, considere evidenciar as formas do prato pronto em filtros para que se ressaltem as cores da comida e, ao mesmo tempo, escolher cores que suavizem as formas do fundo, do ambiente, da cozinha em si. Se o projeto trata de uma embalagem, onde o fabricante não é muito conhecido, considere colocar a marca do fabricante em uma cor que suavize sua forma.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

A placa, que é um sinal para parar o carro e dar preferência a outro carro na rua em cruzamento, é vermelha em cor-pigmento.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

Por contraste simultâneo, esta placa funciona muito bem em reforço perceptivo quando de um céu azul, pois o vermelho devolve o ciano, indo reforçar o azul do céu, que, por sua vez, reforça o vermelho, que irá reforçar a própria placa.

3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

Vendo esta placa, precisamos imediatamente responder com uma ação de freiar o carro. Este vermelho precisa ser reforçado a partir do azul do céu por contraste simultâneo. Vermelho perigo, sinal, marca.

Vermelho da placa, reforçado perceptivamente pela sua forma recortada.



TEORIA NA PRÁTICA E PRÁTICA NA TEORIA

A Harmonia Cromática é uma tarefa complexa, que exige muito conhecimento e, ao mesmo tempo, muita sensibilidade.

Não adianta ter todo o conhecimento e não conseguir materializá-lo, assim como não adianta não ter nenhum conhecimento e esperar materializar algo com conteúdo. Também não é possível ter conhecimento suficiente, materializar, mas não ter postura crítica para lapidar a materialização, assim como não é possível ter um senso crítico desmedido a ponto de não conseguir estudar e não conseguir materializar.

Aplicar a cor em projetos depende do equilíbrio entre estes três processos: estudar as informações e agregá-las à intuição, materializar e pensar nas soluções, lapidando a materialização.

Enfim, é melhor quando a teoria trabalha junto com a prática, ou quando a prática se torna uma extensão da teoria, ou quando se vê a teoria na prática ou quando conseguimos aplicar a prática a partir da teoria, ou, ainda, quando estudar a teoria nos faz projetar a prática.

Análise da presença da cor *em* Cena, ou *de* Cena, ou *na* Cena...

1) Dos aspectos físicos da cor

A Minnie, personagem de Walt Disney, em pelúcia, apresenta as cores-pigmento vermelho, amarelo, branco e preto.

2) Dos aspectos fisiológicos da cor

Os contrastes simultâneos irão reforçar o caráter de cartoon do boneco, pois o vermelho e o amarelo retornam azuis, que vão reforçar perceptivamente o preto com caráter de desenho, borda, limite.



3) Dos aspectos culturais e simbólicos da cor

Amarelo energia, alegria. Vermelho entretenimento, felicidade, movimento, comunicação.

Os esquemas escolhidos foram o acromático, simples, direto, “preto no branco”, enquanto que o análogo das cores quentes excitam a imaginação e a criatividade.

Referências



- ALBERS, J. **Interaction of Color**. New Haven, CT: Yale University Press, 1975.
- ALBERTI, L. B. **Da Pintura**. Campinas: Ed. Unicamp, 1989.
- BARTELS, A.; ZEKI, S. The architecture of the colour centre in the human visual brain: new results and a review. **European Journal of Neuroscience**, v. 12, n. 1, p. 172-193, 2000.
- BARTLESON, C. J. Memory Colors of Familiar Objects. **Journal of the Optical Society of America**, v. 50, n. 1, Jan. 1960.
- BERGER, J. **Modos de Ver**. Rio de Janeiro: Rocco, 1999.
- BERLIN, B.; KAY, P. **Basic Color Terms**. Los Angeles: Univ. California Press Berkeley, 1991.
- BERRY, M. J. *et al.* Anticipation of moving stimuli by the retina. **Nature**, n. 398, Mar. 1999.
- BILLMEYER JR, F. Survey of Color Order Systems. **Color Research and Application**, v. 12, n. 4, p. 173-186, Ago. 1987.
- BOUMA, P. J. **Physical Aspects of Colour**. Londres: MacMillan, 1971.
- CAIVANO, J. L. **Chronological Bibliography on Color Theory, Grupo Argentino del Color, 2000**. Disponível em: <www.fadu.uba.ar/sitios/sicyt/color/bib.htm>. Acesso em: 7 mar. 2010, 19hs.
- CAIVANO, J. L. **Sistemas de Ordem del Color**. Buenos Aires: UBA, 1995.
- CARREIRA, E. **Os Escritos de Leonardo da Vinci sobre a Arte da Pintura**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 2000.
- CHEVREUL, M. E. **The Principles of Harmony and Contrast of Colours, and their applications to the arts**. London: Longman, 1854.
- CHIJIWA, H. **Color Harmony: a guide to creative color combinations**. Mass: Rockport Publishers, 1987.
- LEONARDO, Da Vinci. **The Notebooks of Leonardo da Vinci**. Compiled and edited from the original manuscript by Jean Paul Richter. New York: Dover Publications, 1970. 2 v.
- DAMÁSIO, A. R. **O Erro de Descartes**. São Paulo: Cia. das Letras, 1996.
- DAMÁSIO, A. R. **O Mistério da Consciência**. São Paulo: Cia. das Letras, 2000.

- DAMÁSIO, A. R. *et al.* Central Achromatopsia: Behavioral, anatomic, and physiologic aspects. **Neurology**, v. 30, n. 10, p. 1064-1071, 1980.
- FARINA, M. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. São Paulo: Blücher, 1987.
- FIGUEIREDO, A.; PIETROCOLA, M. **Luz e cores**. São Paulo: FTD, 1997.
- GAGE, J. **Colour and Meaning**. London: Thames & Hudson, 1999.
- GERSTNER, K. **Las Formas del Color**. Madrid: Ed. Hermann Blume, 1988.
- GIBSON, J. J. **Perception of the Visual World**. Connecticut: Greenwood Publishers, 1974.
- GOETHE, J. W. **Doutrina das Cores**. São Paulo: Nova Alexandria, 1993.
- GREGORY, R. L. **Olho e Cérebro**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.
- GUIMARÃES, L. **A Cor Como Informação**. São Paulo: AnnaBlume, 2004.
- HESELGREN, S. Why Colour Order Systems? **Color Research and Application**, v. 9, n. 4, p. 220-228, 1984.
- HEYWOOD, C. A.; COWEY, A. Colour Vision: Now you see it, now you don't. **Current Biology**, v. 6, n. 9, p. 1064-1066, Sep. 1, 1996.
- ITTEN, J. **The Art of Color**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992.
- JORDAN, F. Os experimentos prismáticos de Goethe. **USP - Estudos Avançados**, v. 19, n. 7, p. 217-226, Set./Dez. 1993.
- KANDINSKY, W. **Do Espiritual na Arte**. Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1991.
- KOFFKA, K. **Princípios de Psicologia da Gestalt**. São Paulo: Cultrix, 1982.
- KOPACZ, J. **Color in Three-dimensional Design**. New York: McGraw-Hill, 2003.
- KUEHNI, R. G.; SCHWARZ, A. **Color Ordered**: a survey of color order systems from antiquity to the present. New York: Oxford University Press, 2008.
- LAND, E. H. The retinex theory of Color Vision. **Scientific American**, Dez. 1977.
- LANG, A. Non-Cartesian artifacts in dwelling activities: Steps towards a semiotic ecology. *In*: COLE, M.; ENGESTRÖM, Y.; VASQUEZ, O. (Eds.). **Mind, Culture, and Activity**. USA: Cambridge University Press, 1997.

- LIVINGSTONE, M. **Vision and Art: the biology of seeing**. New York: Abrams, 2002.
- LOZANO, R. D. **El Color y su Medición**. Buenos Aires: Editorial Américalle, 1978.
- NEWTON, I. **Opticks or a treatise of the reflections, refractions, inflections e Colors of light**. New York: Dover, 1979.
- PARKHURST, C.; FELLER, R. L. Who Invented the Color Wheel? **Color Research and Application**, v. 7, n. 3, p. 217-230, 1982.
- PASTOREAU, M. **Dicionário das cores do nosso tempo**. Lisboa: Editorial Estampa, 1997.
- PEDROSA, I. **Da Cor à Cor Inexistente**. Brasília: UnB, 1982.
- PEDROSA, I. **Da Cor à Cor Inexistente**. 3. ed. Brasília: Unb, 1992.
- POINTER, M. R. A Comparison of the CIE 1976 Colour Spaces. **Color Research and Application**, v. 6, n. 2, p. 108-118, 1981.
- SACKS, O. **A ilha dos daltônicos**. São Paulo: Cia das Letras, 1997.
- SACKS, O. **Um antropólogo em marte**. São Paulo: Cia das Letras, 1995.
- SILVA, C. C. **A teoria das cores de Newton: um estudo crítico do livro I do Opticks**. 1996. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- SILVEIRA, L. M. **A Percepção da Cor na Imagem Fotográfica em Preto-e-Branco**. 2002. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2002.
- THOMPSON, E.; PALACIOS, A.; VARELA, F. Ways of Coloring: comparative color vision as a case study for a cognitive science. **Behavioral and Brain Sciences**, n. 15, p. 1-74, 1992.
- VIÉNOT, F.; CHIRON, A. Michel-Eugène Chevreul and His Colour Classification System. **Color Research and Application**, n. 26, p. S20-S24, 2001.
- WANDELL, B. A. **Foundations of Vision**. Sunderland, Mass: Sinauer Associates, 1995.
- WRIGHT, W. D. The Golden Jubilee of Colour in the CIE 1931-1981. **Color Research and Application**, v. 7, n. 1, p. 12-15, 1982.
- ZEKI, S. A Century of Cerebral – Achromatopsia. **Brain**, n. 113, p. 1721-1777, part 6, Dec. 1990.

Créditos:

Figura 1.1 – ©RMN- Grand Palais (Musée du Louvre) / Michel Urtado

Figura 1.2 – ©RMN- Grand Palais (Musée du Louvre) / René-Gabriel Ojéda

Figura 1.5 – ©RMN- Grand Palais (Charenton-le-Pont, Médiathèque de l'Architecture et du Patrimoine)

As figuras 1.4, 1.6, 1.7, 2.9, 2.10, 2.11, 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, 2.18, 2.19, 2.20, 2.21, 2.22, 2.23, 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 e 3.5 são ilustrações feitas pela autora em aquarela sobre papel.

Miolo em Couché Fosco 150g e capa em Papel
Triplex 300 gramas. Fontes utilizadas: Adobe
Garamond Pro (subtítulos e texto) e Frutiger (títulos).

Livro impresso na Gráfica Radial Ltda.
Telefone: (41) 3333-9593 - Curitiba - PR

Agência Brasileira do ISBN

ISBN 978-85-7014-129-3



9 788570 141293