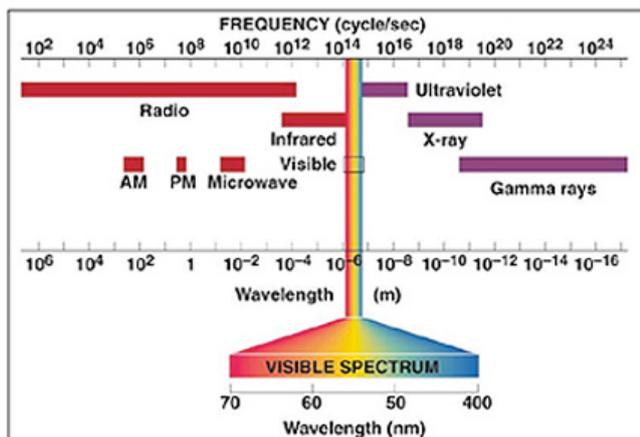


CAPÍTULO 10

A COR - Sínteses aditiva e subtrativa, Temperatura de Cor

Como se formam as cores, segundo a luz.

Sínteses aditiva e subtrativa



Já vimos que a parte visível do espectro eletromagnético contém todas as cores, desde o vermelho até o violeta, e que o olho humano está adaptado para captar os diferentes comprimentos de onda e interpretá-los de maneira tal que possamos distinguir cores e tons.

Fig. 1: Espectro eletromagnético - Luz

Podemos formar qualquer cor, inclusive o branco, partindo de três cores fundamentais:

o VERMELHO, o VERDE e o AZUL. (Red, Green, Blue, o famoso RGB)

Essas cores, misturadas entre si ou duas a duas, em proporções diferentes ou iguais vão resultar em todas as cores possíveis. Observe, todavia, que estamos falando de LUZ, isto é, comprimentos de onda. As tintas não se comportam dessa maneira, porque os pigmentos que as formam não são perfeitos.

Assim:

COR BÁSICA	COR COMPLEMENTAR
Vermelho + Verde =	AMARELO
Vermelho + Azul =	MAGENTA
Azul + Verde =	CIANO

Azul + Verde + Vermelho = BRANCO

Esta é a SÍNTese ADITIVA, assim chamada porque formamos as cores e o branco pela adição das cores básicas, também chamadas primárias ou fundamentais, ou seja, o vermelho, verde e azul. As cores formadas pela combinação das básicas chamam-se complementares ou secundárias, que, como vimos no caso da síntese aditiva, são o amarelo, o magenta (lilás) e o cian (azul-verde).

Uma cor é complementar (ou oposta) à outra quando se anulam reciprocamente, ou seja, quando as juntamos, se neutralizam. Para exemplificar, tomemos uma cor qualquer, o vermelho. Basta que juntemos as outras duas cores fundamentais da síntese aditiva, ou seja, o azul e o verde, para obtermos a cor complementar do vermelho, que é o cian. Um filtro cian não deixará passar nenhum comprimento de onda vermelho, deixando-o preto, e vice-versa.

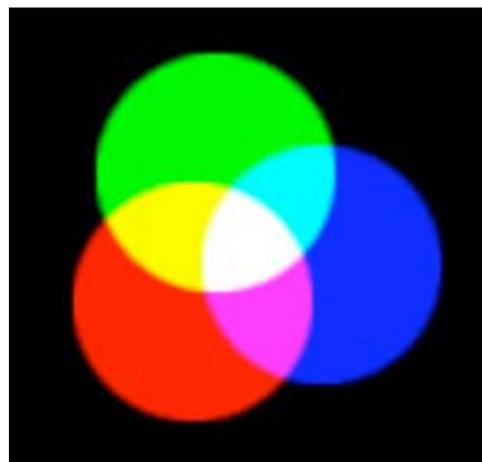


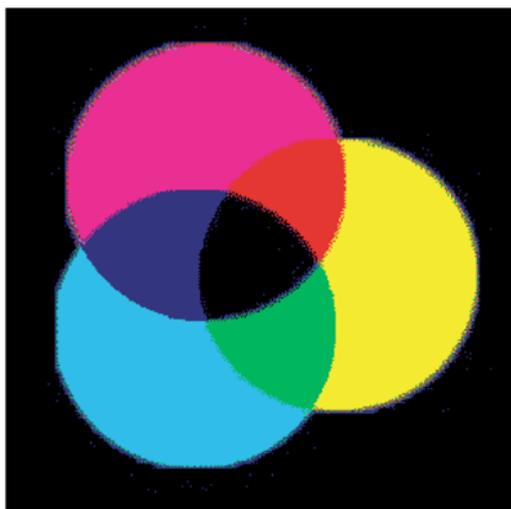
Fig. 2: Síntese Aditiva, o Vermelho, Verde e Azul formam o Ciano, magenta e amarelo, e ao centro o Branco

Assim, temos:

COR	COR OPOSTA e sua SÍNTESE
Vermelho	Ciano (Azul + Verde)
Verde	Magenta (Azul + Vermelho)
Azul	Amarelo (Vermelho + Verde)

Na SÍNTESE SUBTRATIVA, as cores básicas são exatamente o amarelo, magenta e ciano (ou ciano), sendo suas complementares, respectivamente, o azul, verde e vermelho. Como na síntese aditiva, as cores básicas podem ser combinadas duas a duas ou todas entre si, em proporções iguais ou diferentes, para se formar todas as cores possíveis.

Portanto, na síntese subtrativa, temos:



COR BÁSICA COR COMPLEMENTAR
 Amarelo - Azul (Magenta + Ciano)
 Magenta - Verde (Ciano + Amarelo)
 Ciano - Vermelho (Amarelo + Magenta)

Estes conceitos de cores básicas e complementares são fundamentais para a compreensão de vários temas em fotografia, pois suas aplicações são importantes quando se deseja corrigir ou acentuar determinados aspectos do assunto fotografado, seja a cores ou Preto-e-branco. No campo do laboratório a cores, é essencial o domínio dos conceitos da síntese subtrativa. Em inglês, esses sistemas são conhecidos como RGB (Red, Green Blue, síntese aditiva) e CMY (Cian, Magenta, Yellow, síntese subtrativa)

Fig.3 – Síntese Subtrativa: na figura podemos ver as 3 cores complementares unidas, o ciano, magenta e amarelo que formam novamente o vermelho, verde e o azul, sendo que no centro temos o preto.

TIPOS DE LUZ - TEMPERATURA DE COR

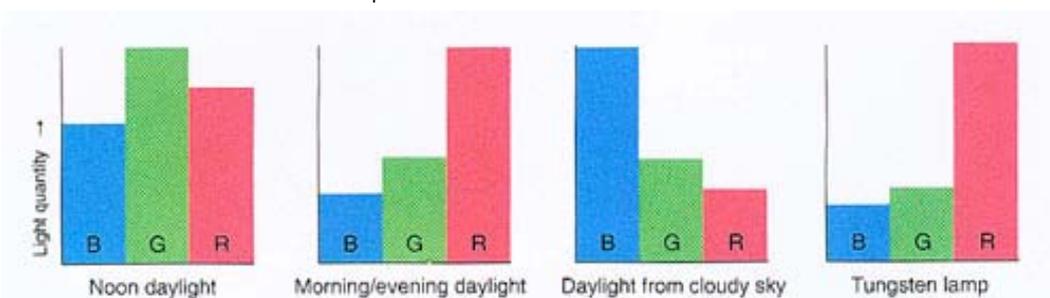
Podemos pensar na Luz em 4 dimensões: A **QUALIDADE**, expressa em relação a sua emissão DURA, SEMI-DIFUSA ou DIFUSA; a **FUNÇÃO**, que diz respeito ao seu posicionamento (Principal, Preenchimento, Contra), sua **POTÊNCIA**, determinando quantos Lumens a fonte emite (e consequentemente a relação de contraste entre luz e sombra) e sua **COR**. Esta última, assunto deste tópico, é expressa em Temperatura de Cor,

A bem da verdade, é possível pensar a cor a partir de 3 parâmetros básicos que se entrecruzam, formando 3 eixos: **CROMA** (sua **pureza** ou **saturação**), **VALOR** (**brilho** ou **intensidade**) e seu **MATIZ** (comprimento de onda, correspondente à **nuance** ou **tonalidade** da cor). Para controle de emissões de luz de aparelhos eletrônicos como monitores de TV e vídeo, é preciso ajustar estes 3 parâmetros, para uma adequada reprodução da cor. Em termos de captação, a cor também é resultante dos mesmos parâmetros, mas embora pareçam indissociadas à natureza de um objeto, eles são ajustados na captação de forma independente, até certo limite. Assim, por exemplo, em termos de brilho ou intensidade, o filme fotográfico ou o CCD eletrônico devem ser ajustados na exposição (diafragma e obturador), em termos de Croma, depende da própria natureza da frequência de emissão ou reflexão do objeto, e em termos de Matiz, é preciso ajustar a Temperatura de cor (em vídeo White Balance).

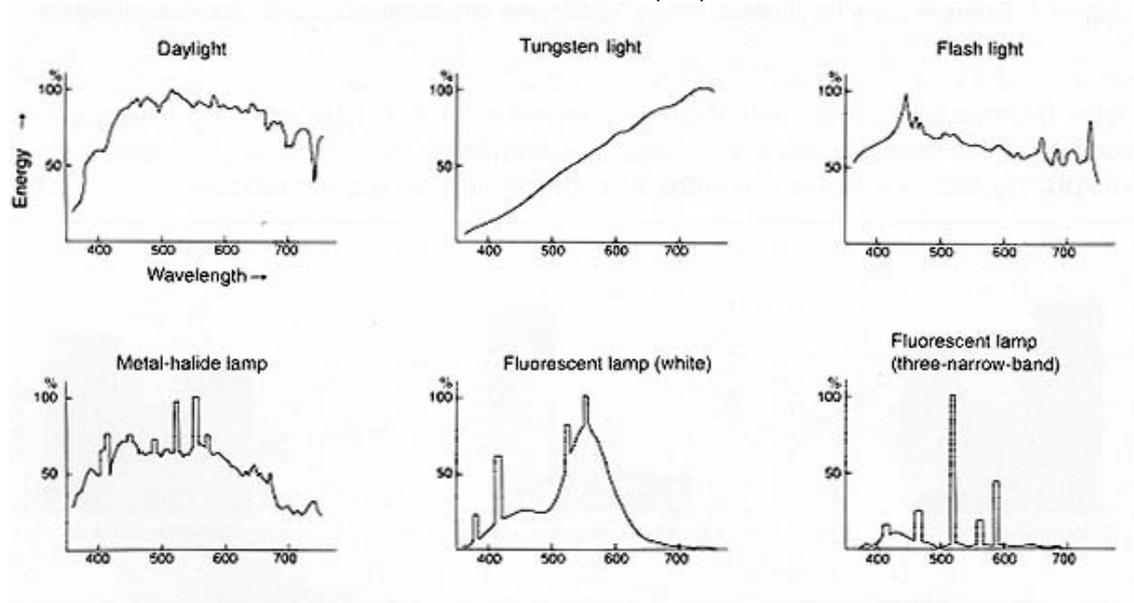
A temperatura de cor não diz respeito à temperatura calorífica diretamente; antes, a escala de temperatura é usada em correspondência à frequência da cor. Assim, determinada

temperatura equivale a uma frequência do espectro eletromagnético. A temperatura de cor é medida em graus Kelvin (°K) e foi tirada a partir do aquecimento de um composto de carbono, que passa por todas as frequências conforme aumentava seu calor. É uma escala por analogia.

No início da fotografia, a iluminação era natural (luz do sol) e a película Preto-e-Branco, de maneira que a temperatura de cor não apresentava diferenças significantes no resultado. Porém, quando os processos de cor começaram a se tornar comercialmente viáveis, as empresas fabricantes de película (Eastman, Agfa, Pathé, etc...) se depararam com o problema da temperatura de cor. Os filmes estavam preparados para receber e absorver determinada quantidade de frequência de cada uma das cores básicas (vermelho, verde e azul), mas a quantidade de cada uma destas frequências variava muito conforme a fonte de luz:



Conforme se percebe, os níveis de RGB são muito diferentes em cada situação de luz. Isso resultava num desvio do branco: quanto mais vermelho fosse emitido pela fonte de luz, mais o filme tenderia para cores quentes, até o próprio vermelho. Inversamente, se a fonte de luz tivesse predomínio do azul, o branco tenderia ao verde ou ao próprio azul.



Era necessário, portanto, uma padronização dos tipos de filme, pois não seria economicamente possível produzir um tipo de filme para cada tipo de fonte luminosa. Para viabilizar esta padronização de tal maneira que pudesse atender à maioria dos produtores e grandes estúdios, as fábricas de filme procuraram saber a frequência média de cor emitidas pelos equipamentos de luz existentes no mercado, à essa altura com imensa variedade. Constatando uma variação média de 3.200°K, as fábricas optaram por produzir filmes que respondessem, na LUZ ARTIFICIAL, a esta temperatura, ou seja, predomínio de frequências alaranjadas (entre amarelo e vermelho). Mas como era grande o uso de filmes com LUZ NATURAL, ou seja, luz do dia, era patente a necessidade de um filme que respondesse nesta qualidade de luz também. Entretanto, o problema não era diferente das luzes artificiais, pois na luz do dia as frequências também oscilam significativamente, como se pode ver na ilustração próxima:



Figura 6: Variação de temperatura do sol: do amanhecer (esquerda), ao crepúsculo (direita), o sol varia de 2.000°K a 15.000°K

Foi necessário tirar também uma média que pudesse registrar as horas do dia com mais fidelidade, ou seja, se a filmagem é feita pela manhã, ao meio-dia ou à tarde, que o clima particular destes horários ficasse patente, salvo necessidade adversa. Então, optou-se pela temperatura de 5.500°K, para luz natural, com maior capacidade de registrar predominâncias de azul na frequência. Temos então, dois tipos de filme segundo o BALANCEAMENTO CROMÁTICO:

- Tungstênio (3.200°K)
- Daylight (5.500°K)

O uso de filmes Tungstênio em fontes de luz Daylight acarreta uma predominância de tons azuis lavados de efeito desagradável no resultado final, que muitas vezes não podem ser eliminados nas filtrações de cópia. O contrário, uso de filmes Daylight em fontes de luz Tungstênio, acarreta predominância de tons alaranjados e amarelados, que podem ou não servir a determinados climas que se quer construir, conforme se observa na figura 7 abaixo:



Figura 7: um filme daylight é exposto segundo diferentes fontes de luz (sentido horário: luz do dia ao meio-dia e à tarde, luz tungstênio e luz fluorescente), causando desvios significativos no matiz da imagem.

A rigor, as temperaturas de cor devem ser respeitadas à risca, pois com o branco sempre balanceado, o controle sobre os filtros e gelatinas usados durante a filmagem é maior. Portanto, se numa dada situação, temos um filme tungstênio para filmar numa praia, não se desespere! Há sempre um filtro capaz de converter as temperaturas. São eles:

Se eu tenho:

FILME	LUZ	FILTRO
3.200°K	5.500°K	85 B (âmbar)
5.500°K	3.200°K	80 A (azul)

É possível também, somente no caso de converter fonte de luz tungstênio para usar com filme daylight, usar uma gelatina na fonte luminosa. A diferença entre utilizar filtro na câmera e gelatina na fonte luminosa é que no primeiro caso, todas as fontes de luz são convertidas, já que o filtro altera tudo o que passa por ele na objetiva da câmera, e a gelatina altera apenas a fonte em que ela foi colocada, permitindo assim misturar temperaturas de cor. Mas isso só é possível quando se trata de luz artificial ou controle da luz que entra por janelas, já que, obviamente, não dá para colocar gelatina no sol, a não ser que seja gelatina em pó Royal. Sabores framboesa ou uva são mais indicados. Deve-se procurar sempre a gelatina de conversão correta, pois existem filtros para outras conversões próximas (3.400 e 3.800°K).



Fig.8: Uso de filtro de Conversão (no caso, de Daylight para Tungstênio, o 85B) para corrigir a temperatura de cor.

Embora vários fabricantes tenham estes filtros e a nomenclatura varie, é consensual a utilização do código da Kodak, pioneira na fabricação destes filtros, e portanto não há problema em pedir pelas siglas acima citadas.

Em quase todos os casos há um filtro ou gelatina capaz de converter e ajustar corretamente a temperatura de cor. Este ajusta, que nada mais é que adequar a fonte de luz à capacidade de absorção do filme para cada cor, por vezes se torna mais complexo quando temos que misturar diferentes temperaturas num mesmo ambiente. É possível fazer isto, já que há casos de luzes naturais que se misturam, como por exemplo uma lâmpada caseira acesa vista juntamente com o céu do início da noite. Mas é sempre preciso, para estes casos, considerar qual é a fonte de luz principal e qual se quer dar um desvio proposital, pois neste caso o uso de filme tungstênio daria um céu de azul profundo e escuro, e a lâmpada não ficaria muito amarelada, já que sua temperatura de cor é próxima do Tungstênio (2500-3000°K). Já num filme daylight, o azul do céu seria escuro mas não tão profundo, e o amarelo da lâmpada ficaria bem mais acentuado. Quando se trata de iluminação em estúdio, efeitos de luz noturna também podem ser conseguidos utilizando-se gelatina azul em algumas fontes de luz (geralmente os contras), permitindo assim efeitos interessantes.

O Kelvinômetro

Em situações em que as fontes de luz variam muito ou precisam ser rigorosamente controladas em função de mistura, ou mesmo quando não se conhece a natureza da cor de uma fonte determinada, é imprescindível ao fotógrafo o uso do Kelvinômetro ou Colorímetro, instrumento similar aos fotômetros, mas que tem a função de determinar a temperatura de cor de uma fonte. Os Kelvinômetros mais modernos possuem ajustes para 3 tipos de filme (Tungstênio 3.200, Tungstênio 3.400 e Daylight 5.500) e indicam o filtro (ou filtros) mais adequados para converter a temperatura de cor da fonte luz numa equivalente ao filme, ajustando assim o balanço de branco.

É preciso notar que variações pequenas de temperatura de cor entre fontes tungstênio (até 600°K) não são consideradas críticas, podendo ser compensadas sem problemas na marcação de luz da finalização de um filme.

A seguir, uma pequena tabela de fontes de luz e suas temperaturas de cor:

Fig.9: Kelvinômetro



Source	Degrees Kelvin
Artificial Light	
Match flame	1700
Candle flame	1850
40-watt incandescent tungsten lamp	2650
75-watt incandescent tungsten lamp	2820
100-watt incandescent tungsten lamp	2865
500-watt incandescent tungsten lamp	2960
200-watt incandescent tungsten lamp	2980
1000-watt incandescent tungsten lamp	2990
3200-degree Kelvin tungsten lamp	3200
Molarc "brute" with yellow flame carbons & YF-101 filter (approx.)	3350
"C.P." (color photography) studio tungsten lamp	3350
Photoflood and reflector flood lamp	3400
Daylight blue photoflood lamp	4800
White flame carbon arc lamp	5000
High-intensity sun arc lamp	5500
Xenon arc lamp	6420
Daylight	
Sunlight: sunrise or sunset	2000
Sunlight: one hour after sunrise	3500
Sunlight: early morning	4300
Sunlight: late afternoon	4300
Average summer sunlight at noon (Washington, D.C.)	5400
Direct mid-summer sunlight	5800
Overcast sky	6000
Average summer sunlight (plus blue skylight)	6500
Light summer shade	7100
Average summer shade	8000
Summer skylight will vary from	9500 to 30,000

BIBLIOGRAFIA:

BROWN, Blain. *Cinematography: theory and practice.* Amsterdam: Focal Press, 2002

MOURA, Edgar. *50 anos luz.* Senac, SP, 1999

MUELLER, Conrad & RUDOLPH, Mae. *Luz e Visão.* In Biblioteca Científica Life, Livraria José Olympio Editora, RJ, 1968

PEDROSA, Israel. *Da cor à cor inexistente.* Léo Christiano Editorial, 7ª Edição, 1999

RYAN, Rod (org.) *American Cinematographer Manual,* ASC Press, CA, EUA, 7ª Edição, 1993

Publicações técnicas:

Using Filters (Kodak Publication KW-13)

Cinematographer's Field Guide (Publication H-2)

Colaboração:

Rodrigo Whitaker