

O ESTUDO DA COR E SUA INSERÇÃO NA CARTOGRAFIA COM RELEVÂNCIA NA REPRESENTAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICOS

Deise Regina Elias Queiroz [1]

INTRODUÇÃO

Sabendo que o mapa possui um papel fundamental de comunicação e que esta transmissão de informação se dá mediante o uso adequado de simbologias, percebe-se a importância de estudos voltados à representação gráfica na cartografia.

Dentre os diferentes elementos gráficos a serem utilizados na elaboração de um mapa, deve ser destacada a variável visual “cor”, tendo em vista o grande poder de comunicação visual que ela possui, além de atuar fortemente nos aspectos emotivos do ser humano. Atualmente, com o grande avanço tecnológico, o desenvolvimento rápido e crescente na era da informática, jogando no mercado diversos *softwares* voltados à área de cartografia, percebe-se a facilidade e preferência dos usuários desses *softwares* em aplicar cores quando na representação de um mapa temático.

Mediante estes aspectos, este trabalho volta-se ao estudo da cor de modo a retratar a importância do conhecimento das premissas iniciais de suas características quando inseridas no contexto cartográfico, dando uma ênfase na representação de fenômenos físicos. Para isto, fez-se um resgate desde os aspectos simbólicos que ela representa diante de diversas culturas, passando por estudos que envolveram suas características e propriedades físicas inerentes a processos perceptivos e determinantes no embasamento para sua inserção na cartografia.

O PAPEL SIMBÓLICO DA COR

A sensibilidade humana para as cores manifesta-se em idade muito precoce. As cores, que desempenham um papel importante nas emoções humanas, podem constituir os primeiros símbolos do homem. Desde as civilizações mais antigas já tinham o seu simbolismo. Sempre foram amplamente utilizadas, desde os primórdios, cujos conteúdos eram diretamente associados a elas, como se verifica pelas nomenclaturas (azul marinho, rosa, etc.), ou ainda apresentavam conteúdos emocionais (raiva, esperança, desespero).

Em todas as épocas, as sociedades organizadas sempre tiveram certos elementos relacionados a uma simbologia de cores. A variedade de significados de cada cor, ao longo do tempo, está atrelada ao nível de desenvolvimento social, cultural e religioso apresentado por diferentes povos e sociedades.

Segundo Cirlot (1984, p.172-173), “o simbolismo da cor é dos mais universalmente conhecidos e conscientemente utilizados, em liturgia, heráldica, alquimia, arte e literatura”.

Para Lurker (1997, p.154), a cor deve ser destacada não como algo casual, mas algo característico, salientando que no Egito antigo essa palavra significava “Ser”, e no uso lingüístico alemão “cor” pode ter o mesmo significado de “vida”, pois no desmaio ou na morte perde-se a cor. De acordo com esse autor, a simbologia das cores deve ser observada tanto sob o aspecto da sua variedade entre povos/culturas diversos, como em relação a concordâncias marcantes, para cuja explicação se pode fazer uso, em parte, da ótica fisiológica e da psicologia das cores. Os resultados da psicologia experimental apontam que as cores podem excitar ou tranqüilizar, ser sentidas como frias (azul, verde) ou quentes (vermelho, amarelo). Tais percepções, no entanto, são puramente psicológicas, não implicando nenhuma modificação térmica nas pessoas.

Cirlot (1984, p.173), no “Dicionário de símbolos tradicionais”, apresenta uma síntese das várias manifestações simbólicas da cor na comunicação humana, citando como exemplos: a genérica divisão estabelecida pela ótica e a psicologia experimental, em dois grupos de cores, as *quentes* e *sobressalentes*, que correspondem a processos de assimilação, atividade e intensidade (vermelho, laranja, amarelo, e por extensão o branco), e as *frias* e *reentrantes*, que correspondem a processos de desassimilação, passividade e debilitação (azul, anil, violeta, e, por extensão, o preto), situando-se o verde como *matiz intermediário, de transição* e de comunicação entre os dois grupos. Segundo o autor, a coordenação das cores com funções psíquicas muda de cultura para cultura, de sociedade para sociedade, e também de indivíduo para indivíduo. Mas, como regra geral, Cirlot (1984, p.173) salienta:

- o *azul*: cor do espaço e do céu claro, é a cor do pensamento;
- o *amarelo*: cor do sol, que vem de tão longe, surge das trevas como mensageiro de luz e torna a desaparecer na tenebrosidade, é a cor da intuição, isto é, da função que, por assim dizer, ilumina instantaneamente as origens e tendências dos acontecimentos;
- o *vermelho*: a cor do sangue palpitante e do fogo, é a cor dos sentidos vivos e ardentes;
- o *verde*: cor das vegetações diretamente perceptíveis, é a cor que representa as funções perceptivas.
- *A cor positiva e a cor negativa*: com grande freqüência há, em símbolos, a contraposição do branco ao preto, como positivo e negativo.

Corroborando com a divisão dos dois grupos apresentada pelos autores acima, Tuan (1980) caracteriza pelas denominações: cores avançadas e cores recuadas. Vermelho, laranja e amarelo são descritas como cores avançadas porque parecem mais próximas do observador. O vermelho, ou em especial o vermelho-laranja, segundo o autor, se “estica”, estimulando o sistema nervoso, sugerindo tepidez, além de a cor vermelha fazer com que um objeto pareça mais pesado do que é. O

verde, o azul, e o azul-verde são descritas por Tuan como cores recuadas, sugerindo frieza. O autor salienta que um objeto pintado de azul aparenta mais leve do que é.

Goethe (1993) interpretou as cores segundo expressões e simbolismos, criando uma linguagem que, a seu ver, deveria ser aplicada no uso da cor:

– *vermelho*: indica força; a mais elevada de todas as manifestações de cor; exprime satisfação ideal;

– *verde*: indica fraqueza; a cor da simplicidade; exprime satisfação real.

Entre o verde e o vermelho, colocados como pólos, o autor define variações também nos grupos das “cores quentes”, indicando ativo, ágil, vigoroso, ambicioso, mas ao mesmo tempo representando graça e encanto, e das “cores frias”, indicando passivo, turbulento, suave e distante, incentivando a seriedade e a dignidade.

De acordo com Tuan (1980, p.29), o branco, o preto e o vermelho são consideradas cores com um significado universal. Vitor Turner, segundo Tuan (1980), as considera entre os símbolos mais antigos do homem, e diz que a importância delas para os homens está em representar produtos do corpo humano, associados com o aumento da emoção.

Entre as cores cromáticas, Tuan considera o vermelho o mais dominante, sendo o seu significado o mais amplamente compartilhado por povos de diferentes culturas. Tuan (1980, p. 28) ressalta que:

O vermelho significa sangue, vida e energia [...] Na China, o vermelho é a cor usada nos casamentos porque simboliza vida e alegria. Por outro lado, um céu vermelho significa calamidade e guerra. Nisto não há contradição: vermelho é a cor do sangue e sangue é vida, mas o sangue derramado leva à morte. O vermelho também simboliza energia e ação – ação dirigida para a vida embora possa resultar em morte. A bandeira vermelha é a bandeira do fervor revolucionário.

Todos os povos distinguem entre “preto” e “branco” ou “escuridão” e “clareza”. Em qualquer lugar essas cores carregam poderosas reverberações simbólicas; entre as cores cromáticas, só o vermelho as iguala em importância. Tanto o preto como o branco possuem significados positivos e negativos, assim:

Preto: (positivo) – sabedoria, potencial, germinal, maternal, mãe-terra.
(negativo) – maldade, maldição, violação, morte.

Branco: (positivo) – luz, pureza, espiritualidade, intemporalidade, divino.
(negativo) – luto, morte.

[...] Como é sabido por todos na tradição ocidental, o preto representa todos os valores negativos da maldição, maldade, violação e morte, enquanto o branco significa alegria, pureza e bondade. Porém, interpretações similares são encontradas em grande número de culturas não ocidentais.

Reforçando a idéia de que diferentes povos apresentam diferentes concepções para os significados das cores, Lurker (1997, p.155) descreve que no Egito antigo o azul correspondia aos deuses, enquanto o vermelho ao opositor Seth, o verde à vida e o preto a cor do mundo subterrâneo, assim como do renascimento. Na simbologia das cores do México antigo, o autor salienta que o *branco* significava o crepúsculo, a origem; o *vermelho*, o sangue, fogo e luz solar; e o *azul*, a turquesa, a água e a chuva. Aos gregos deve-se também a concepção de que a cor azul simboliza a terra; o vermelho, o fogo; o verde, a água; e o amarelo, o ar.

Biedermann (1993, p.108) destaca que entre os antigos maias da América Central os pontos cardeais Norte, Sul, Leste e Oeste relacionavam-se respectivamente com o branco, o amarelo, o vermelho e o preto, enquanto na antiga China, Norte, Sul, Leste, Oeste e Centro significavam respectivamente as cores preto, vermelho, azul, branco e amarelo. Embora se tratando de uma adoção simbólica das cores para os pontos cardeais, percebe-se que nesse caso seu emprego é puramente convencional, não estando relacionado, até onde se possa entender, com algum processo perceptivo.

Esse autor observa também que no simbolismo europeu as rosas vermelhas representam amor ardente, enquanto no antigo Egito tudo o que era vermelho considerava-se ameaçador e prejudicial, conforme já destacado por Lurker (1997).

Na simbologia popular, Lurker (1997), em seu “Dicionário de simbologia”, descreve o “amarelo” significando inveja; o “preto” representando aquilo que espanta a luz do dia, como símbolo do mal (alma negra); o “verde” indicando o amor, o lado verde como o lado do coração, com o qual se sente e se ama; e o “vermelho” significando perigo, símbolo de sangue, luta e morte para o ser humano.

Nesse sentido Biedermann (1993, p.108) ressalta que a linguagem popular encontrou sua própria compreensão na simbologia das cores, sintetizando: o *verde* é a esperança; o *azul*, a fidelidade; o *amarelo*, o ciúme; o *vermelho*, o amor; o *branco*, a pureza; e o *preto*, a morte.

Durante o Renascimento formou-se também um simbolismo relacionado com os planetas, conforme destaca Biedermann (1993, p.108): “*amarelo (ouro) – Sol; branco (prata) – Lua; vermelho – Marte; azul – Júpiter; preto – Saturno; verde – Vênus; púrpura – Mercúrio*”.

Biedermann (1993, p.108) faz também uma síntese da simbologia da cor na comunicação humana manifestada por Böckler (1688), em que destaca:

O ouro ou o amarelo significam virtude, inteligência, estima e majestade; o vermelho, “ardente desejo de virtude” e “um coração dedicado a Deus, pronto a verter seu sangue pela palavra divina”; o azul, constância, fidelidade, ciência e “devoção sincera a Deus”; o preto, “tristeza, humildade, infortúnio e perigo”; o verde, liberdade, beleza, alegria, saúde, esperança e benevolência; o púrpura ou violeta, “traje real”, o alaranjado, a “cor da laranja”, significa fama inconstante; a cor da pele indica “inconstância e volubilidade”. A isto

se juntam todas as possíveis definições fantásticas das combinações de cores: azul e ouro – alegria ou divertimento; azul e verde – descortesia; preto e ouro – honra e vida longa; preto e azul – natureza pacífica; verde e ouro – obstinação; verde e azul – alegria contínua; vermelho e prata – ânsia por vingança; vermelho e verde – audácia juvenil, etc.

A simbologia das cores é, porém, aplicada em vários aspectos que fazem parte da vida do ser humano, como por exemplo, no esporte, no trânsito, em que nesse último, o verde, no semáforo, significa passagem livre; o vermelho é selecionado para indicar perigo, pare, enquanto o amarelo significa atenção.

Na tradição cartográfica observa-se que as cores também são sacramentadas como símbolos. Segundo Martinelli (1999, p.90):

Através de uma analogia evidente, podemos constatar que toda a produção de mapas desde a antigüidade, usa certas cores mediante uma sistematização de convenções: o azul para as águas sob forma líquida (rios, oceanos) ou sólida (geleiras), o sépia para as curvas de nível, o verde para o uso do solo e vegetação natural, o vermelho para as áreas urbanas e rodovias.

Conforme observa Pedrosa (1977, p.99), historicamente percebe-se que muitos significados das cores guardam o sentido original, enriquecidos com a evolução espiritual dos povos. A cada nova sociedade, os símbolos tornam-se mais requintados e abstratos, acompanhando de perto o vôo da fantasia e das aspirações humanas.

De acordo com a literatura apresentada, foi possível observar as diferentes concepções das cores entre os diversos povos e sociedades, como também as diferentes concepções dos próprios autores que escreveram sobre esse assunto.

A própria palavra “simbologia” já faz denotar certa convenção, pois um símbolo adotado por um povo com determinada cultura, para expressar determinado elemento, provavelmente irá diferir de outra sociedade, com uma cultura diferente.

No entanto, muitas simbologias, ao serem adotadas, seguem certa intuição do indivíduo, ou seja, o seu emprego atende a uma similaridade ou analogia com a realidade, buscando, muitas vezes, associar o símbolo (significante) ao seu conteúdo (significado), facilitando a percepção da informação.

Em se tratando da cor, embora existam concepções diferentes de acordo com os povos, as culturas, etc., conforme exposto, percebe-se que em alguns aspectos o simbolismo das cores sempre esteve ligado à própria questão perceptiva do indivíduo.

Muito embora, em certos aspectos, tenha sido utilizada como pura convenção, é importante ressaltar que a cor, sendo uma simbologia universalmente conhecida, tem sempre um enfoque pessoal, estando relacionada diretamente com o campo cognitivo do indivíduo. É notável o papel psicológico que as cores exercem. A impressão de cor é um processo visual, provocando sensações e sentimentos que ativam pensamentos e mecanismos cognitivos.

A ocorrência dos estímulos psicológicos é, então, constituída pela sensação da cor provocada pelos sentidos humanos (órgão visual), dados pelos processos psicofísicos.

Assim, a cor apresenta o caráter psicofísico, que está relacionado aos estímulos visuais, e o caráter psicológico, que se relaciona à percepção desses estímulos.

Embora esses dois processos (psicofísico e psicológico) sejam originários de linhas de estudos diferentes, acredita-se que a interação entre eles permita a ocorrência da sensação da cor.

Assim, para possibilitar uma melhor reflexão sobre esse assunto, será apresentado um estudo da variável visual "cor", de forma a enfatizar as premissas iniciais envolvidas em sua caracterização, permitindo retratar os estímulos provocados por essa variável, que, conseqüentemente, irão gerar os aspectos perceptivos determinantes de sua natureza. Tais aspectos irão determinar sua inserção na cartografia causada pela influência dentro do processo de comunicação cartográfica. Mas, para analisar a cor neste contexto, é preciso, antes, apresentar fundamentos teórico-metodológicos regidos pelos princípios da linguagem cartográfica aos quais a cor se insere e que norteiam sua aplicação dentro da cartografia.

PRINCÍPIOS BÁSICOS DA SEMIOLOGIA GRÁFICA

Tendo em vista que a inserção da cor na cartografia deva estar atrelada aos princípios básicos da linguagem cartográfica, faz-se necessário apresentar uma fundamentação teórica que atenda a esses princípios.

A linguagem cartográfica é fundamentada em uma ciência denominada "Semiótica" que tem por objeto de investigação todas as linguagens, em especial a dos signos. A aplicação das idéias da Semiologia à Cartografia deve-se, principalmente, aos esforços de Jacques Bertin e seus colaboradores. Bertin, que fundamentado nos princípios da Semiologia Gráfica, desenvolveu o Sistema Gráfico de Signos, no qual determina o processo de transmissão de uma informação através da representação gráfica, criando, conseqüentemente, o que denominou Gramática da Cartografia Temática.

Bertin (1978; 1980; 1986; 1988a; 1988b) criou uma linguagem gráfica determinada por um sistema de signos gráficos com significado (conceito) e significante (imagem gráfica). Porém, para ele, o signo gráfico não pode ser arbitrário (convencional) nem linear; assim, a representação gráfica não deve ser tratada como polissêmica, pois,

de acordo com as bases da Semiologia Gráfica, a Cartografia é considerada uma linguagem universal, não convencional, e, portanto monossêmica. Dessa forma Bertin (1978; 1980; 1986; 1988a; 1988b) discorda do modelo clássico de transmissão de informação (*transmissor – código – receptor*) para a Cartografia.

Bertin acredita que a monossomia não necessita de código e sim de regras lógicas que conduzam à transcrição das relações entre elementos de dados e sua representação gráfica. O autor coloca em evidência três relações – *similaridade, ordem e proporcionalidade* –, que consistem nos significados da representação gráfica, e são expressas pelas variáveis visuais – *tamanho, valor, textura, cor, orientação e forma* –, que são os significantes. Essas variáveis visuais têm ainda três modos de implantação, a saber: o pontual, o linear e o zonal.

Essas seis variáveis visuais, mais as duas dimensões do plano (X,Y), somando um total de oito, apresentam propriedades que, segundo Bertin, traduzem adequadamente as três relações fundamentais entre os objetos: relação de similaridade/diversidade (=), de ordem (O) e de proporcionalidade (Q).

Segundo Bertin, o redator gráfico deve analisar a natureza quantitativa, ordenada ou diferencial dos dados a serem transmitidos e adotar a variável visual correspondente, ou seja, condicionar a escolha dos signos às propriedades das variáveis visuais. Em outras palavras, uma representação gráfica deve transcrever as relações entre os dados da informação por meio de relações visuais de mesma natureza, e essa percepção, segundo Bertin, deve ser universal.

O emprego dessas variáveis visuais está, portanto, estritamente ligado às propriedades perceptivas de cada uma delas, ou seja, uma representação gráfica deve transcrever as relações entre os dados da informação por meio de relações visuais de mesma natureza, e essa percepção, segundo Bertin, deve ser universal. Assim, uma similaridade/diversidade entre objetos deverá ser transcrita graficamente por uma similaridade ou diferença visual entre signos ou entre posições; a ordem entre as coisas deverá ser transcrita por uma ordem visual ou ordem entre as posições; e a proporção entre coisas deverá ser visualizada mediante a proporção entre signos ou entre posições no plano. Assim:

- o "tamanho" é a única variável que transcreve a noção de proporcionalidade;
- o "tamanho", o "valor" e a "granulação" transcrevem a noção de ordem;
- a "cor", a "orientação" e a "forma" transcrevem a noção de diversidade.

A teoria desenvolvida por Bertin a partir da Semiologia, estruturou o sistema gráfico de signos, aproximando-se de uma linguagem própria, possibilitando a construção de mapas eficazes, quanto à comunicação cartográfica. Assim, compete a quem for fazer uma representação gráfica, a aplicação adequada de seus princípios, pois,

segundo Martinelli (1999, p.92), “*transgredindo tais fundamentos estaria comunicando mentiras, falsidades*”.

A VARIÁVEL VISUAL “COR”

O estudo da variável visual "cor" merece destaque, pois se trata de uma realidade sensorial sempre presente, com grande poder na comunicação visual.

O elemento determinante para o aparecimento da cor é a luz. Não apresentando existência material, a cor é apenas a sensação produzida por certas organizações nervosas sob a ação da luz, ou, mais precisamente, é a sensação provocada pela ação da luz sobre o órgão da visão. Seu aparecimento está condicionado, portanto, à existência de dois elementos – a luz (objeto físico, agindo como estímulo) e o olho (aparelho receptor, funcionando como decifrador do fluxo luminoso) (PEDROSA, 1997, p.17).

Os estímulos que causam as sensações cromáticas estão divididos em dois grupos: o das cores-luz e o das cores pigmento.

Cor-luz é uma sensação provocada pela luz sobre o órgão da visão, que pode ser observada através dos raios luminosos. Sua melhor expressão é a luz solar, ou seja, a cor-luz é a própria luz, que tem como síntese aditiva a luz branca, a qual pode se decompor em todos os matizes existentes na natureza.

Newton, ao incidir a luz do sol em um prisma, descobriu a possibilidade da decomposição da luz numa faixa contínua de cores variadas, faixa essa denominada de espectro solar. O surgimento dessas cores está ligado à diferença de velocidade de propagação dos diversos raios luminosos. Quando a luz se propaga numa substância como a água ou o vidro, a velocidade depende do comprimento de onda de seus componentes, sendo essa a causa da sua decomposição em diferentes faixas coloridas, ao atravessar o prisma (PEDROSA, 1977).

Nesse conjunto espectral, as radiações visíveis, isto é, aquelas sensíveis ao olho humano, têm comprimentos de onda que vão desde 380 até 770 nanômetros. Cada faixa dessas radiações corresponde a uma luz de determinada cor, que, segundo Delorme (1982) *apud* Martinelli (1999) são assim categorizadas:

COR	COMPRIENTO DE ONDA (em nanômetros)
Azul-violeta	380-470
Azul	470-475
Azul-esverdeado	475-480
Azul-verde	480-485
Verde-azulado	485-495

Verde	495-535
Verde-amarelado	535-555
Verde-amarelo	555-565
Amarelo-esverdeado	565-575
Amarelo	575-580
Amarelo-alaranjado	580-585
Laranja	585-595
Vermelho	595-770

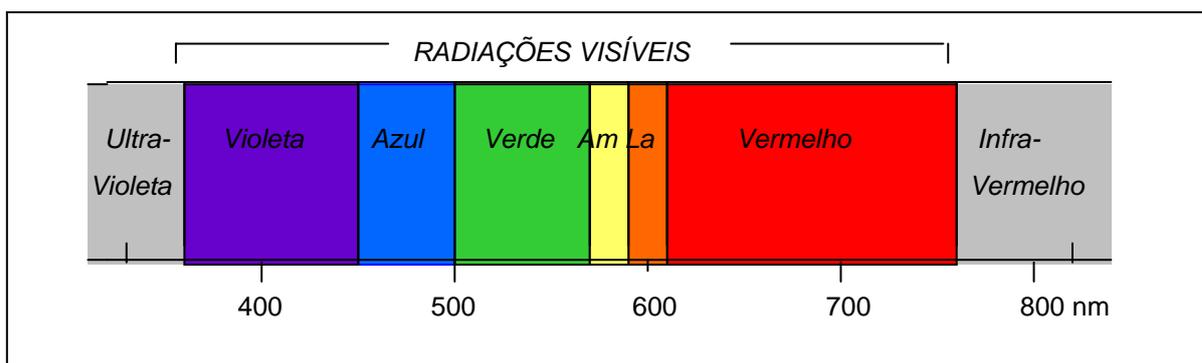


Figura 01 – O espectro das radiações visíveis.
Fonte: Queiroz, 2005.

Cor pigmento é, segundo Pedrosa (1977, p.17), a *substância material que, conforme sua natureza, absorve, refrata e reflete os raios luminosos componentes da luz que se difunde sobre ela. É a qualidade da luz refletida que determina a sua denominação*. O pigmento é o que dá cor a tudo o que é material – as folhas das plantas são verdes por terem clorofila, a terra tem cores diferentes em cada região por apresentar composições minerais diferentes, e cada mineral tem um pigmento com sua própria cor. Os pigmentos foram sendo extraídos da própria natureza e utilizados em forma de tinta, e com a industrialização e o avanço da tecnologia foram sendo criados os pigmentos sintéticos, ou seja, as substâncias corantes, que fazem parte do grupo das cores químicas.

Diversas teorias têm procurado explicar a visão da cor. Será destacada aqui a teoria de Young-Helmholtz, que descreve a obtenção da sensação da cor mediante a excitação de três tipos de cones retinianos sensíveis às três principais regiões da porção visível do espectro das radiações eletromagnéticas: as regiões do azul-violeta, do verde e do vermelho. Quando os três cones são igualmente excitados vê-se o "branco"; quando há excitação apenas de um cone formam-se alternadamente as cores fundamentais: azul-violeta, verde e vermelho, ou, em linguagem técnica, *Red, Green e Blue* (RGB). Quando há excitação simultânea e de mesma intensidade de dois cones formam-se, alternadamente, as cores primárias: ciano, amarelo e magenta, conforme mostra a Figura 02.

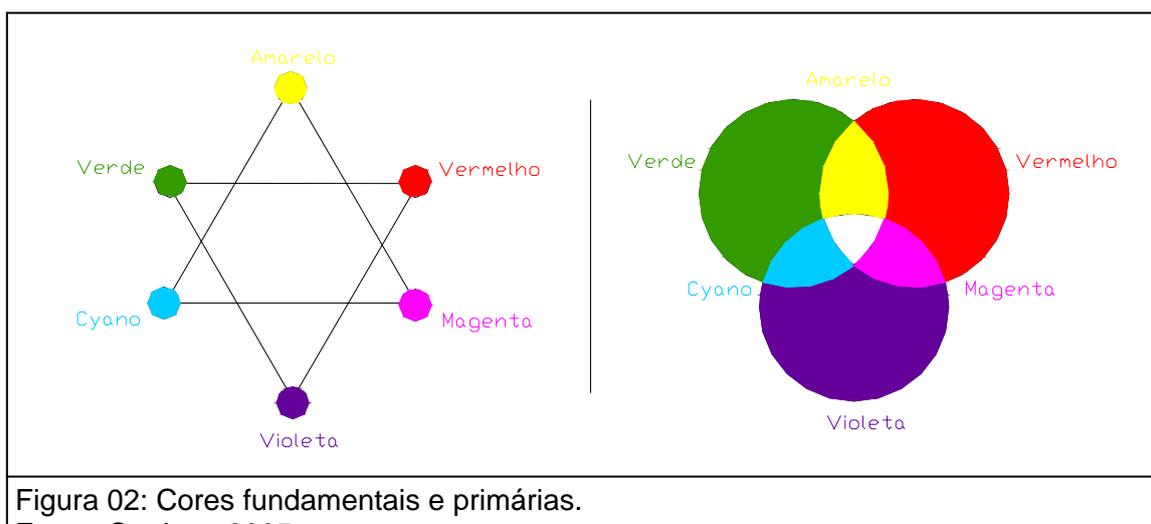


Figura 02: Cores fundamentais e primárias.
Fonte: Queiroz, 2005.

Na superposição dos três feixes luminosos – verde, vermelho e violeta – tem-se o que é chamado de síntese aditiva, formando-se o branco na superposição total. É o processo no qual se baseia o funcionamento da televisão em cores, como também o monitor do computador.

Bloqueando a luz branca com filtros tem-se a síntese subtrativa. Na superposição total dos filtros ciano, magenta e amarelo não há passagem de luz, aparecendo, assim, o preto. A síntese subtrativa é o processo no qual se baseiam as artes gráficas.

As cores complementares, por sua vez, são aquelas que, numa mistura, completam o branco e o preto na síntese aditiva e subtrativa, respectivamente.

No estudo das cores, três aspectos devem ser considerados - o matiz, a saturação e o valor que são considerados as três dimensões perceptivas das cores.

O MATIZ é uma nuance cromática na seqüência espectral, que está associado a uma radiação espectral pura. Em outras palavras, é a cor pura, pois está associado a um comprimento de onda bem definido, na faixa do visível.

A SATURAÇÃO é a variação que assume o matiz, indo desde o neutro até a cor pura espectral. É o grau de pureza da cor.

O VALOR é a quantidade de energia refletida, ou seja, a luminosidade ou o brilho. Pode ser comparado a uma seqüência de cinzas, indo desde o preto até o branco.

Essas três dimensões podem ser representadas segundo vários sistemas, sendo os mais conhecidos de Ostwald, na Alemanha, e de Munsell, nos Estados Unidos. O sistema de Ostwald consiste em um cone duplo, onde se inscreve um círculo cromático de cores espectrais com montagens sucessivas para cima e para baixo, direcionando-se num sentido para o branco, e no outro para o preto. Já o sistema de Munsell apresenta-se como um duplo cone assimétrico, em cujo eixo vertical se modula o valor, desde o preto, no ápice inferior, até o branco, no ápice superior; no

eixo horizontal configura-se a saturação, desde o neutro até a cor pura, e no equador distribuem-se os matizes (MARTINELLI, 1999, p.79).

Essas três dimensões podem ser mais bem compreendidas observando-se as figuras apresentadas por Bertin (1986). A Figura 3.1 mostra que a saturação de uma dada cor progride de "d" à "a", e que o valor progride do branco ao preto, segundo a flecha V. Excluindo a parte central dessa figura e conservando-se apenas a progressão, temos a Figura 3.2. Essa progressão vai do branco ao preto, passando pela cor saturada (a), que no papel branco corresponde à cor pura, não atingida pelo preto. A exclusão dos cinzas da Figura 3.2 permite a construção da Figura 3.3, agora apresentada para cada matiz. De acordo com essa figura Bertin (1986) observa os seguintes aspectos:

– **as cores puras (saturadas) oferecem a melhor seletividade:** quanto mais se distancia dessas cores marcadas por um ponto, mais os tons tendem para o cinza;

– **as cores puras (saturadas) não possuem o mesmo valor:** de fato, as cores puras traçam um V na Figura 3.3. Fora do amarelo há duas cores que têm sempre o mesmo valor e o olho as vê semelhantes antes de vê-las diferentes. Considerando, por exemplo, a informação da Figura 3.4, que, transcrita pelos valores 3.5a, fornece a imagem da Figura 3.5, isto é, uma imagem norte-sul. Transcrita pela ordem do espectro 3.7a, tem-se a Figura 3.7, ou seja, uma imagem leste-oeste. Pode-se constatar que não é possível abstrair essa orientação. Tudo se passa como se o olho assimilasse as duas extremidades do espectro em uma mesma unidade perceptiva, oposta à unidade formada pelas cores centrais. Ora, as extremidades são escuras, enquanto que as cores centrais são claras (Figuras 3.7a e 3.8);

– **a percepção dos valores prevalece sobre a percepção dos matizes:** um azul e um vermelho do mesmo valor, por exemplo, são de início, semelhantes, antes de serem diferentes. Se essa proposição é verdadeira, a legenda que ordena as cores, segundo o seu valor (3.6a), deve fornecer uma imagem conforme a distribuição da informação. É isso que confirma a imagem da Figura 3.6. Em consequência:

1º) As cores seletivas variam com o valor para os valores claros, a melhor seletividade é obtida no verde, amarelo e laranja. Para os valores escuros, ela é obtida no vermelho, azul e violeta;

2º) Cores de mesmo valor não se ordenam visualmente (Figura 3.9) – elas não podem, assim, representar uma informação ordenada.

3º) Na ordem do espectro, as cores puras criam duas ordens visuais opostas a partir do amarelo que se encontra no centro: de um lado para matizes frios, em direção aos violetas; de outro, para matizes quentes, em direção aos vermelhos – a transcrição de uma ordem aplicando as duas ordens opostas, ou seja, a ordem espectral perturba a informação (Figura 3.7).

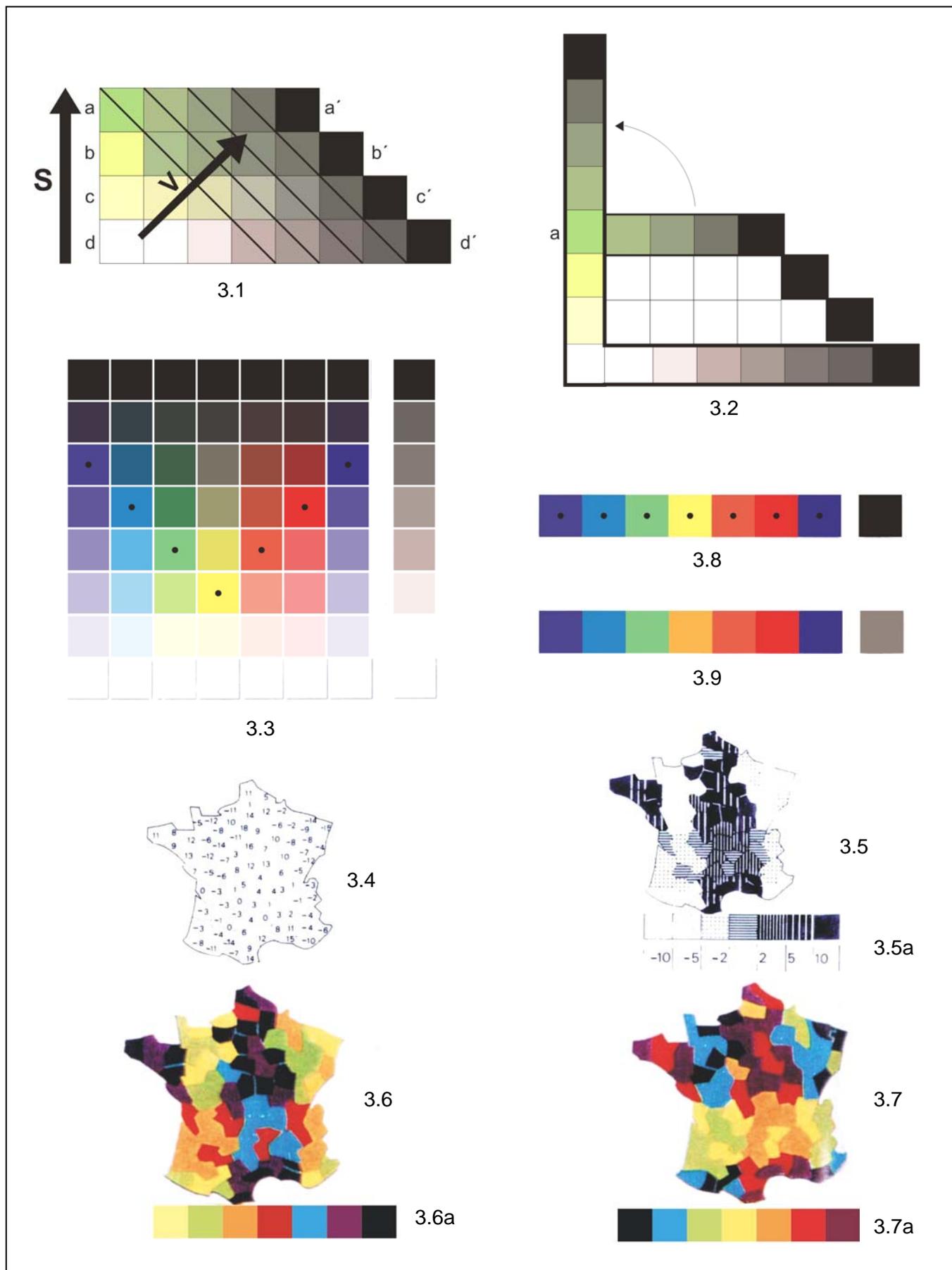


Figura 03 - As três dimensões da cor observadas por Bertin.
 Fonte: Bertin, J. (1986).

Essa seqüência espectral pode também ser visualizada por meio do círculo cromático Figura 4. Sua construção está baseada na sucessão espectral, de acordo com os comprimentos de onda. Na série violeta, azul, verde, amarelo, laranja e vermelho considera-se uma variação contínua de cores intermediárias, nuanças cromáticas diferenciadas pelos seus matizes. Fillacier (1986) destaca que essa série de cores, que identifica como Círculo Psicométrico das Cores, pode ser organizada de acordo com os mecanismos naturais de percepção humana, que, conseqüentemente, estarão apresentadas numa seqüência de eqüidistâncias perceptivas.

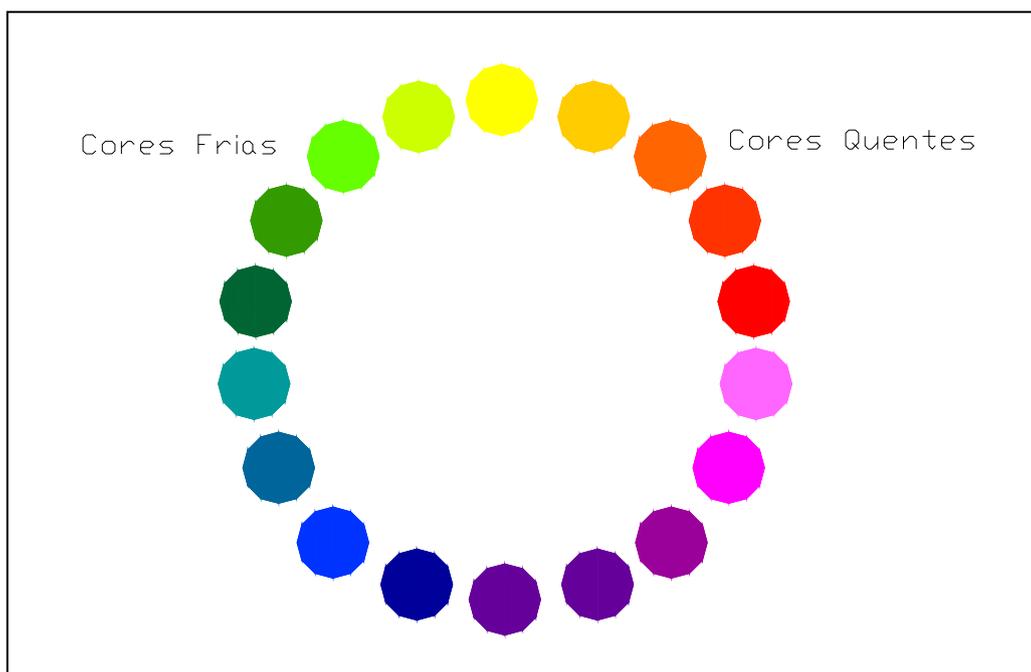


Figura 04 - Círculo psicométrico das cores.
Fonte: Queiroz, 2005.

Notam-se facilmente, por meio do círculo cromático, as duas ordens visuais opostas, pois partindo do amarelo, para um lado (em direção aos vermelhos), têm-se as cores quentes, e de outro (em direção aos azuis), têm-se as cores frias.

Os valores vão aumentando a partir do amarelo em direção ao violeta nos dois lados do círculo; assim, observa-se facilmente que as cores que ocupam posições opostas em relação ao amarelo possuem o mesmo valor.

Por outro lado, as cores complementares apresentam uma combinação contrastante, uma vez que são formadas pelas que se posicionam em lados opostos do círculo. A utilização das cores complementares torna essa variável visual altamente seletiva, permitindo, neste sentido, transcrever relações de diversidade entre os objetos.

A INSERÇÃO DA COR NA CARTOGRAFIA

Diante do exposto, é possível perceber que a cor exerce uma grande influência na leitura dos mapas, e por isso a importância de aplicá-la corretamente quando na elaboração de um produto cartográfico.

MacEachren (1994), baseado no trabalho de Bertin (1981, p.220) evidencia a diferença na percepção visual dos mapas que representam os mesmos fenômenos indicados pela ordem dos valores e daqueles indicados pela seqüência espectral, conforme apresentado pelas Figuras 3.6a e 3.7a respectivamente. Assim, MacEachren (1994, p. 25) salienta:

O matiz de menor valor espectral (amarelo) ocupa o centro do espectro. Os matizes decrescem em valor em ambas as direções do amarelo. Isto resulta em duas seqüências visuais que são apropriadas para representações de mapas com informações ordenadas. A) do amarelo em direção ao verde, azul e violeta, e B) do amarelo em direção ao laranja e vermelho. (traduzido pela autora).

Nesta perspectiva, Martinelli (1999, p.81) destaca que *“é com base nessas considerações teóricas que podemos efetuar modulações corretas da variável visual cor na representação gráfica, em geral, e na cartografia temática, em particular”*.

Contudo, este mesmo autor ainda ressalta que, sem dúvida alguma, a cor tem grande poder na comunicação visual, além de atuar sobre a emotividade humana, porém, *“mesmo dispondo de meios informatizados, podemos verificar uma ignorância total no emprego da cor em mapas”*. (MARTINELLI, 1999, p.76).

Percebe-se, portanto, a interferência da cor na assimilação do conteúdo do mapa, sendo de fundamental importância, quando na elaboração de um produto cartográfico, a apresentação de um critério na escolha das mesmas, pois, conforme salienta Carvalho (1997), *“as cores são talvez os elementos mais importantes a serem considerados na confecção de cartas temáticas, pois sua escolha acaba decidindo a ênfase que se dá a um ou outro aspecto”*.

Dentro dessa concepção, Brewer tem desenvolvido um notável trabalho nos últimos anos a respeito da cor. Com um raciocínio paralelo ao de Bertin (1973; 1977), Brewer (1992; 1994; 1996; 1997), e juntamente com colaboradores (2003), apresenta estudos enaltecendo o papel da variável visual cor dentro da Cartografia, de modo a oferecer uma orientação mais avançada e completa quanto à sua utilização.

Brewer (1992; 1994) desenvolve uma estratégia compreensiva para a distribuição da cor no contexto da visualização e análise dos dados geográficos. Seu sistema baseia-se em uma classificação cartográfica em que as cores devem ser aplicadas. Apresenta, assim, uma proposta estabelecendo quatro esquemas básicos de cores a serem aplicados nos mapas temáticos: qualitativo, binário, seqüencial e divergente, cada qual apresentando suas próprias características em termos de matiz e valor,

que devem ser colocados em correspondência na concepção das relações entre os objetos.

Esquemas divergentes devem ser empregados a dados que progridem em sentidos opostos a partir de um ponto central crítico, ou seja, quando o mapa objetiva destacar a oposição entre os máximos e mínimos das ocorrências. Nesse sentido, Brewer (1994; 1997), juntamente com outros autores, como Bertin (1973), Libault (1975), Dent (1985) e MacEachren (1994) chamam a atenção sobre a adequação no emprego dos esquemas divergentes, que muitas vezes são utilizados em mapas que representam dados ordenados. Deve-se atentar que a transcrição por uma ordem visual revela aspectos diferenciados daquelas transcritas por duas ordens visuais opostas quando na representação de um determinado fenômeno.

Queiroz (2005) demonstra em seu trabalho que os mapas temáticos de temperatura, chuva e hipsometria, os quais apresentam fenômenos ordenados, são prejudicados em suas leituras quando apresentados pelas suas convenções, as quais denotam um caráter divergente.

Um aspecto importante a ser ressaltado é o papel do computador na cartografia, pois, conforme destaca Martinelli (1999, p.86), “[...] com a facilidade dos computadores notamos, não só um mau uso das cores como também até um abuso”. O desenvolvimento de diversos *softwares* facilitou e possibilitou a produção de materiais cartográficos por um grande número de pessoas. Porém, a preocupação está na eficácia apresentada por esses produtos, visto que muitos desses *softwares* oferecem uma diversidade de símbolos e cores a serem escolhidas por indivíduos que muitas vezes não apresentam um mínimo conhecimento cartográfico. Green e Horbach (1998) já destacavam o fato de que tais avanços tecnológicos não estavam sendo acompanhados por um estudo que fornecesse diretrizes objetivas para auxiliar os novos *designers* de mapa a utilizar a cor apropriadamente.

No entanto, alguns autores, demonstrando certa inquietação a esse respeito, já iniciaram alguns trabalhos como iniciativa para a solução deste problema. Neste sentido, podem ser destacados os próprios trabalhos de Brewer, principalmente Brewer et al (2003), que apresenta um catálogo disponível em forma *on line*, que auxilia na escolha dos esquemas de cores para a representação de mapas, como também o trabalho desenvolvido por Robbi (2000), que desenvolve um sistema de visualização cartográfica aplicada em planejamento urbano, consistindo na criação de ferramentas para geração de mapas temáticos em ambiente computacional, auxiliando o usuário a construir os mapas de acordo com os princípios do projeto cartográfico.

É possível, portanto, perceber a importância do uso correto das cores em um mapa, tendo em vista que, conforme o que foi exposto, o uso deliberado ou inconsciente irá interferir na assimilação do conteúdo deste e, conseqüentemente, na eficácia da comunicação cartográfica.

A RELEVÂNCIA DA COR NA REPRESENTAÇÃO DE ASPECTOS FÍSICOS

Aspectos relacionados à temática ambiental vêm se tornando um assunto de grande interesse de estudo ultimamente. Os mapas, por sua vez, servem como instrumento ao setor de planejamento, uma vez que fornecem condições de interação entre a pessoa que planeja e o meio físico.

Nesta perspectiva é importante salientar a importância na representação adequada em mapas voltados a este aspecto, uma vez que irão servir de base aos estudos, análises e diagnósticos das questões ambientais.

Voltados a esta temática, é possível detectar muitas incoerências nas representações cartográficas que atingem leitores de áreas específicas ou mesmo da comunidade em geral. Tais incoerências muitas vezes ocorrem em mapas que são representados com a aplicação da variável visual cor, tomando como fundamento todo o estudo da cor aqui contextualizado.

Queiroz (2005) demonstra em seu trabalho que, especificamente os mapas de temperatura, chuva e hipsometria apresentam dificuldades na leitura quando representados pelas convenções, uma vez que as cores ali estabelecidas não atendem à percepção natural do indivíduo, contrariando a linguagem cartográfica.

Tomando como exemplo o mapa pluviométrico cujo elemento “água” é associado pela maioria das pessoas pela cor azul. Se existe essa relação da simbologia ao conteúdo é notável que esta se mantenha para a representação. Por outro lado, é importante que se observe a propriedade apresentada pelo tema, que no caso é ordenada. Aplicando a cor azul em diferentes intensidades de valores, obedecendo à seqüência dos dados quantitativos, estaria se aplicando os princípios da semiologia gráfica que estão em conformidade com os aspectos cognitivos do indivíduo e conseqüentemente com a linguagem cartográfica.

No entanto a convenção adotada para o mapa de chuva segue as cores apresentadas pela ordem do espectro eletromagnético (conforme FIG.1) que denotam um caráter divergente, ou seja, duas ordens visuais opostas, e não pela ordem dos valores, não atendendo assim, uma ordem visual, interferindo na percepção natural, prejudicando, dessa forma, a leitura do mapa.

O mesmo ocorre para os mapas de temperatura e hipsometria que, ao apresentarem um fenômeno ordenado, suas convenções também denotam um caráter divergente. Esses três temas foram testados e analisados por Queiroz (2005) quanto à percepção dos usuários, demonstrando a autora que os leitores associam naturalmente a seqüência dos valores das cores à ordem do fenômeno a ser representado. Portanto, as convenções estabelecidas para estes temas, segundo a autora, não são as mais apropriadas em função de destruir a relação entre os elementos do fenômeno.

Tendo por base esses três temas como exemplos de mapas físicos, é possível perceber a importância de se aplicar a cor em conformidade à percepção do usuário

que são ditadas pelas propriedades que esta apresenta e caracterizadas pela linha da semiologia gráfica. Atendendo a estes princípios, definitivamente o mapa atingirá o seu objetivo de comunicar, propiciando a qualquer planejamento condições de diagnosticar e fazer tomadas de decisões em diversas questões pertinentes à gestão ambiental, em especial, no mapeamento de riscos e impactos ambientais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve por objetivo apresentar um estudo da variável visual “cor”, retratando a sua inserção no contexto da cartografia, enfatizando as representações de aspectos físicos.

Sabendo que o mapa apresenta um papel vital de comunicação, devem, portanto, apresentar simbologias que facilitem a apreensão da informação.

Os símbolos gráficos adequadamente utilizados servem como portadores da mensagem gráfica, transmitindo fielmente a realidade geográfica.

Tendo em vista as características e propriedades físicas apresentadas pela cor, as quais provocam estímulos determinantes de processos perceptivos, é possível perceber a importância do uso correto das cores em um mapa.

Sua utilização deve atender à percepção natural do indivíduo, que pode ser obtida pela aplicação definitiva da semiologia gráfica, tendo em vista as interações que essa apresenta com o aspecto cognitivo. O uso de forma inconsciente da cor interfere na apreensão da informação, trazendo sérios danos ao processo de comunicação cartográfica.

REFERÊNCIAS

BERTIN, J. Prefácio. **Seleção de Textos**, AGB, São Paulo, v.18, p.41-43, 1988a.

BERTIN, J. Ver ou ler. **Seleção de Textos**, AGB, São Paulo, v.18, p.45-62, 1988b.

BERTIN, J. **A neográfica e o tratamento gráfico da informação**. Curitiba: Editora da Universidade Federal do Paraná, 1986.

BERTIN, J. **Graphics and graphic information processing**. Berlin: Walter de Gruyter, 1981.

BERTIN, J. O teste de base da representação gráfica. **Revista Brasileira de Geografia**, IBGE, Rio de Janeiro, v.42, n.1, p.160-182, 1980.

BERTIN, J. Theory of communication and theory of the graphic. **International Yearbook of Cartography**, Tamworth, n. 18, p.118-126, 1978.

BERTIN, J. **La graphique et le traitement, graphique de l'information**. 1. ed. Paris: Flammarion, 1977.

BERTIN, J. **Semiologie Graphique: les diagrammes, les réseaux et les cartes**. 2. ed. Paris: Monton & Gauthier-Villars, 1973.

BIEDERMANN, H. **Dicionário ilustrado de símbolos**. São Paulo: Companhia Melhoramentos, 1993.

BREWER, C. A.; HATCHARD, G. W.; HARROWER, M.A. ColorBrewer in print: a catalog of color schemes for maps. **Cartography and Geographic Information Science**, Washington, v.30, n.1, p.5-32, 2003.

BREWER, C. A. Spectral schemes: controversial color use on maps. **Cartography and Geographic Information Systems**, Washington, v.24, n.4, p.203-220, 1997.

BREWER, C. A. Guidelines for selecting colors for diverging schemes on maps. **The Cartographic Journal**, Enschede, v.33, n.2, p.79-86, 1996.

BREWER, C. A. Color use guidelines for mapping and visualization. In: MacEACHREN, A. M.; TAYLOR, D. R. F. (ed.). **Visualization in modern cartography**. New York: Elsevier Science, p. 123-147, 1994.

BREWER, C. A. Review of colour terms and simultaneous contrast research for cartography. **Cartographica**, Toronto, v.29, n.3 e 4, p.20-30, 1992.

CARVALHO, S. S. Cartografia digital como instrumento de apreensão do espaço urbano. In: III CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO. Curitiba, 1997. *Anais Gis Brasil 97*. Curitiba: Fator GIS, 1997.

CIRLOT, J. E. **Dicionário de símbolos**. São Paulo: Moraes Ltda, 1984.

DENT, B. D. **Principles of thematic map design**. California: Addison-Wesley Publishing Company, 1985.

FILLACIER, J. **La pratique de la couleur**. Paris: Dunod, 1986.

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

GREEN, D. R.; HORBACH, S. Colour: difficult to both choose and use in practice. **The Cartographic Journal**, Enschede, v.35, n.2, p.169-180, 1998.

LIBAULT, A. **Geocartografia**. São Paulo: Nacional/USP, 1975.

LURKER, M. **Dicionário de simbologia**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

TUAN, Y-F. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Diefel, 1980.

MacEACHREN, A. M. **Some truth with maps: a primer on symbolization & design.** Washington, D. C.: Association of American Geographers, 1994.

MARTINELLI, M. **As representações gráficas da Geografia: os mapas temáticos.** 1999. 258f. Tese (livre-docência) - FFLCH - USP, São Paulo, 1999.

PEDROSA, I. **Da cor a cor inexistente.** Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial, 1977.

QUEIROZ, D. R. E. **A variável visual “cor” no estudo das padronizações de legendas e suas implicações no processo de comunicação cartográfica: estudo de caso aplicado aos mapas de temperatura, chuva e hipsometria.** 2005. 189f. Tese – FCT – UNESP, Presidente Prudente, 2005.

ROBBI, C. **Sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano.** 2000. 369f. Tese (Doutorado) – INPE, São José dos Campos, SP, 2000.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo apresentar um estudo da variável visual “cor” retratando sua inserção no contexto cartográfico, com relevância na representação de aspectos físicos. Para isto foi realizada uma pesquisa sobre a cor envolvendo desde o papel simbólico que ela apresenta diante de diferentes culturas, até suas propriedades físicas inerentes a características perceptivas, as quais serviram de embasamento para sua inserção na cartografia, regida pelos princípios básicos da linguagem cartográfica. Foi possível, portanto, perceber a importância do uso correto das cores em um mapa, uma vez que suas características provocam estímulos determinantes de processos perceptivos. Sua utilização deve atender à percepção natural do indivíduo, que pode ser obtida pela aplicação definitiva da semiologia gráfica, tendo em vista as interações que essa apresenta com o aspecto cognitivo. O uso deliberado ou inconsciente da cor irá interferir na assimilação do conteúdo do mapa e, conseqüentemente, na eficácia da comunicação cartográfica.

Palavras-chave: Cor. Cartografia. Percepção. Linguagem Cartográfica. Semiologia Gráfica. Mapas Físicos.

ABSTRACT

This work had as objective to present a study of the “color” visual variable, by portraying its application in the context of cartography with an emphasis on the representation of physical aspects. To that end, research was conducted on color, from its symbolic role in different cultures to its physical properties inherent to perception characteristics. These traits served as foundation for the application of color in cartography, governed by the basic principles of cartographic language. It was thus possible to note the importance of the correct use of color on maps, seeing as color characteristics activate stimuli that determine perceptive processes. The use of color must correspond to the individual’s natural perception – a process that can be achieved through full application of the graphic semiology, given its interactions with the cognitive realm. The deliberate or unknowing use of color will interfere with the assimilation of the map’s content, and, consequently, compromise the effectiveness of cartographic communication.

Key words: Color. Cartography. Perception. Cartographic Language. Graphic Semiology. Physical Maps.

Informações sobre a autora:

[1] Deise Regina Elias Queiroz – <http://lattes.cnpq.br/4098155991581892>
Engenheira Cartógrafa; Docente do Depto. de Geografia da Universidade Estadual de Maringá, Paraná.
Contato: drequeroz@gmail.com