



Universidade da Beira Interior

Ciências

A Física da Visão no Ensino

Paula da Conceição Maximino Caçador Farinha

Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em

Ensino da Física e da Química no 3ºCEB

e no Ensino Secundário

(2ºciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutora Sandra da Costa Henriques Soares

Covilhã, Junho de 2011

Trabalho apresentado no âmbito da unidade curricular de
ESTÁGIO NAS ÁREAS DE FÍSICA E QUÍMICA

O conteúdo do presente trabalho é da exclusiva responsabilidade da autora:

PAULA DA CONCEIÇÃO MAXIMINO CAÇADOR FARINHA



Sofia, 3 anos e nove meses

*Vou desenhar o meu corpo,
Pela cabeça vou começar.
Um bracinho em cada lado
Nas mãos cinco dedos no ar.*

*Pouco a pouco vou descendo
E às pernas estou a chegar.
Vou fazer os meus sapatos
Para os meus pés colocar.*

*Ui!! Agora é que me lembrei:
Falta algo na cabeça;
Dois olhos, orelhas e nariz
E uma boca antes que esqueça.*

*Olhem que bem...
Que desenhei da cabeça até aos pés!
Olhem que bem...
Que desenhei da cabeça até aos pés!*

Autor desconhecido (22)

DEDICATÓRIA

À minha filha **Sofia**, ao meu **marido** e à minha **mãe**, agradeço toda a motivação, inspiração, incentivos e apoio, justificando toda a minha dedicação no meu percurso.

Um Obrigada muito especial.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ter sido concretizado sem a colaboração e o apoio de algumas pessoas:

À minha Orientadora, Professora Doutora Sandra da Costa Henriques Soares, a qual teve muita paciência, disponibilidade e orientação,

À Fundação da Imaculada Conceição na Covilhã que me ajudou na concretização do trabalho prático,

A todos os meus amigos que me deram força para a concretização deste desafio,

o meu enorme e sincero obrigada.

RESUMO

Apesar de a visão ser um processo complexo, o olho é um órgão que tem apenas como função receber a luz, por isso, se afirma que “a luz é fundamental para a visão”.

Os nossos olhos estão sempre a captar imagens, que nos dão informação do mundo que nos rodeia, comportando-se como uma máquina fotográfica. A luz permite que nos vejamos uns aos outros e tudo o que nos rodeia. O olho capta a luz transmitindo a informação ao cérebro sobre o que vê, por isso, sem luz não poderíamos conhecer nada do que nos rodeia.

Uma vez que, no programa do 3º Ciclo do Ensino Básico se estudam algumas propriedades e comportamentos da luz bem como as suas aplicações, este trabalho teve como objectivo, abordar de forma simples, mas rigorosa, alguns conceitos e princípios sobre a luz e a visão. Procurou-se perceber, por exemplo, qual a natureza da luz, como se propaga, qual a sua velocidade nos diferentes meios, o que lhe acontece quando atravessa um prisma, o fenómeno das cores do espectros. Por outro lado, como professora, sei que, alguns dos problemas visuais surgem em idade escolar, aquando do desenho de mapas e da identificação dos lápis de cor, procurei, por isso, dar-lhes uma importância especial, daí que, na parte final do trabalho seja apresentada uma aplicação prática, baseada em trabalhos recolhidos num universo de 30 crianças/jovens com idades compreendidas entre os três e os quinze anos, para analisar a evolução do desenho com a idade. Assim como observar-se a percepção visual da fase da criança e do adolescente e entender-se o desenvolvimento maturativo e intelectual, relacionado com o modo como o cérebro processa a imagem percebida do olho, através de desenhos por eles realizados (1).

Palavras-Chave: visão, cérebro, infância, olho humano, percepção visual, desenho

ABSTRACT

Although vision is a complex process, the eye is an organ that has as only function receiving light, and so, it is often stated that “light is fundamental towards vision”.

Our eyes are always capturing images, which gives us information about the world that surrounds us, behaving like a camera. Light enables seeing each other, and everything that surrounds us. The eye captures the light, transmitting the information to the brain about it sees, and therefore, without light we couldn't know anything that surrounds us.

Since, in the 3.º Ciclo do Ensino Básico program, are studied some of the proprieties and behaviors of light, as well as its applications, this theses had as purpose, a simple, but rigorous approach to some concepts and principles about light and vision.

It was tried to understand, that, for example, what is the nature of light, how it propagates, which is its velocity according to its mean, what happens when it (the light) goes through a prism, the spectrum color phenomenon. On the other side, as a Teacher, I know that some of the visual problems, occur in school age, and, in the map drawing and color pencil identification phase, I tried to gave them special importance, hence, in the final part of this theses, it is presented a practical application, based on several student works, gathered in a universe of 30 children, with ages between three and fifteen years, to analyze drawing evolution according to their age.

As well as observing the visual perception of the child and teenager state, and understand the intellectual and mature development, related to the way as the brain processes the image perceived through the eye, through drawings made by them.

Key-words: vision, brain, childhood, human eye, visual perception, drawing

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Dispersão da luz branca do Sol	4
Figura 2.2 - Reconstituição da luz dispersada	4
Figura 2.3 - A luz vermelha não dispersa	4
Figura 2.4 - Princípio da Interferência	5
Figura 2.5 - O espectro electromagnético	6
Figura 3.1 - Reflexão da luz numa superfície polida	9
Figura 3.2 - Representação do raio incidente, o raio reflectido e a perpendicular à superfície reflectora no ponto de incidência, estão no mesmo plano:	10
Figura 3.3 - Dispersão de um raio de luz branca por um prisma óptico	11
Figura 3.4 - Refracção da luz	12
Figura 3.5 - Representação das cores primárias, secundárias e luz branca, resultado da adição das cores	13
Figura 3.6 - A Roda das Cores.....	13
Figura 3.7 - Se retirarmos o azul, a cor que se obtém é o amarelo, então a cor complementar do azul será o amarelo.	14
Figura 3.8 - Na roda das cores, as cores complementares encontram-se em posições opostas umas às outras.	14
Figura 3.9 - Subtracção de cores.....	14
Figura 3.10 - Absorção de todas as cores á excepção do violeta.....	15
Figura 4.1 - Olho Humano	18
Figura 4.2 - Representação da acomodação do cristalino, comparação da forma do cristalino e a direcção dos raios luminosos nas duas posições.....	19
Figura 4.3 - Representação da retina	20
Figura 4.4 - Estrutura do cone.....	21
Figura 4.5 - Estrutura dos bastonetes	22
Figura 4.6 - Resposta espectral dos bastonetes (16)	23
Figura 4.7 - Resposta espectral dos cones (20).....	23
Figura 5.1 - Representação da conversão da imagem luminosa em impulsos nervosos, que são enviados ao cérebro.....	26
Figura 6.1 - Pontos espaçados de forma regular.	28
Figura 6.2 - Figura que é um gracejo (o urso a subir uma árvore)	29
Figura 6.3 - Imagem representativa de como aprendemos a ver.....	29
Figura 6.4 - Imagem que representa umas vezes duas caras e outras vezes um vaso branco.	30
Figura 6.5 - Parado ou em Movimento?	31
Figura 6.6 - Linhas horizontais tortas ou direitas?	32
Figura 6.7 - Imagem de conflito no cérebro - Diga em voz alta repetidamente as cores que está a ver e não as palavras que estão lá escritas.....	32
Figura 7.1 - Visão num recém-nascido	33
Figura 7.2 - Criança com três meses	34
Figura 7.3 - Criança com quatro meses	34
Figura 7.4 - Criança com 3 anos e 2 meses.....	35
Figura 7.5 - A garatuja	37
Figura 7.6 - O realismo fortuito	38
Figura 7.7 - O realismo falhado	38
Figura 7.8 - O Realismo Intelectual.....	39
Figura 7.9 - O realismo visual.....	40
Figura 7.10 - Menina, 3 anos.....	42
Figura 7.11 - Menino, 3 anos.....	42

Figura 7.12 - Menino, 3 anos e 8 meses.....	43
Figura 7.13 - Menino, 3 anos e 6 meses.....	43
Figura 7.14 - Menina, 3 anos e 9 meses.....	43
Figura 7.15 - Menino, 3 anos e 9 meses.....	43
Figura 7.16 - Menina, 4 anos e 6 meses.....	44
Figura 7.17 - Menina, 4 anos e 6 meses.....	44
Figura 7.18 - Menina, 4 anos.....	45
Figura 7.19 - Menina, 4 anos.....	45
Figura 7.20 - Menina, 5 anos.....	46
Figura 7.21 - Menino, 5 anos.....	46
Figura 7.22 - Menina, 8 anos.....	47
Figura 7.23 - Menino, 8 anos.....	47
Figura 7.24 - Menino, 11 anos.....	47
Figura 7.25 - Menino, 15 anos.....	48
Figura 7.26 - Menino, 15 anos.....	48

CONTEÚDO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	NATUREZA DA LUZ	3
3.	LUZ E MATÉRIA	8
3.1.	Reflexão	9
3.1.1.	Reflexão Regular.....	9
3.1.2.	Reflexão Irregular ou difusa	9
3.1.3.	Reflexão da luz e as cores	10
3.2.	Refracção da luz	12
3.3.	Mistura de cores	13
3.4.	Os sentimentos transmitidos pelas cores.....	16
4.	Evolução da visão das cores.....	18
4.1.	Mecanismos da visão	18
4.1.1.	Constituição do Olho Humano	18
4.1.2.	Cones	20
4.1.3.	Bastonetes	21
4.2.	Sensibilidade espectral das cores e bastonetes	22
5.	ANOMALIAS DA VISÃO DAS CORES	24
5.1.	Tricromatismo.....	24
5.2.	Dicromatismo.....	24
5.3.	Monocromatismo.....	25
5.4.	Daltonismo	25
5.5.	Outros tipos de anomalias na visão das cores	25
6.	PERCEPÇÃO VISUAL	27
7.	APLICAÇÃO PRÁTICA.....	33
7.1.	Como será que vemos quando somos pequenos	33
7.2.	Conhecer a criança através do Desenho	35
7.3.	O que é o desenho para a criança?	36
7.4.	A IMPORTÂNCIA DO DESENHO NO CRESCIMENTO DA CRIANÇA	36
7.4.1.	A Garatuja	37
7.4.2.	A passagem para o realismo fortuito.....	37
7.4.3.	O realismo falhado	38
7.4.4.	Realismo intelectual	39
7.4.5.	Realismo visual.....	40
7.5.	O corpo humano para as crianças.....	41
8.	CONCLUSÃO	49
9.	BIBLIOGRAFIA	50

1. INTRODUÇÃO

Toda a informação que captamos e a percepção dos objectos depende especialmente da natureza das imagens que são formadas nos olhos. Para vermos as imagens e os objectos que nos rodeiam, necessitamos que eles estejam iluminados, isto é, precisamos de luz.

O que é a luz?

Ao consultarmos alguns livros vemos que eles se referem à luz apenas como tendo “intensidade” ou brilho. Se quisermos criar imagens realistas, temos que fazer melhor do que isso, Aristóteles (384-322 a.C.) acreditava que a luz era constituída por “corpúsculos” emanados do olho para iluminar o mundo.

Durante muito tempo a luz foi encarada como sendo constituída por corpúsculos como defendia Newton na sua teoria. Por seu lado Huygens desenvolveu uma teoria que se contrapunha à de Newton, afirmando que a luz apresentava características ondulatórias. Contudo, não existiam evidências experimentais que suportassem a Teoria Ondulatória e predominava a Teoria Corpuscular.

No início do século XIX, Young e Fresnel imprimiram novo impulso à Teoria Ondulatória, através das suas experiências de interferência e difracção. No entanto, a Teoria Corpuscular de Newton foi totalmente rejeitada pelas experiências de Foucault, quando este cientista verificou que a velocidade da luz apresentava diferentes valores para diferentes materiais, apresentando o seu valor máximo no vazio. Esta constatação contrariava a Teoria Corpuscular que, para explicar o fenómeno da refracção, requeria que a velocidade da luz, em materiais mais densos, fosse superior à do vazio.

Actualmente a luz é “encarada” como onda e corpúsculo e por isso se diz que apresenta uma dualidade onda - corpúsculo.

Mesmo assim podemos dizer que a verdadeira natureza da luz permanece um mistério, podendo, por exemplo, ler-se em alguns livros que a luz é um agente natural que estimula a visão ou ainda que é um meio ou condição do espaço onde a visão é possível (2).

No ensino das ciências, têm surgido algumas críticas de educadores e construtores de opinião pública, por verificar-se que este ensino está longe dos ideais da sociedade actual, devido aos baixos níveis de literacia científica verificados nas populações.

O movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente embora recente, tem aumentado notavelmente no ocidente, não impedindo a identificação de problemas que mostram ser uma área delicada, visto contrariar o tradicionalmente instituído.

Torna-se cada vez mais importante ensinar a saber lidar com a evolução do conhecimento científico e tecnológico, e não ensinar apenas o já conhecido.

O movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente para o ensino das ciências vinca a importância de ensinar a resolver problemas, a confrontar pontos de vista, a analisar criticamente argumentos, discutir as validades do conhecimento já alcançado e saber criar novas questões.

O ensino, por ser uma actividade social, tem de ser conduzido em contexto social.

Estando o conhecimento científico muito mais central na época actual do que nas épocas passadas, é essencial que aborde as questões - problema e as ajude a resolver.

A elaboração de programas escolares com base em temas e contextos familiares e sociais é fundamental na organização da estratégia de ensino. Também o ensino das ciências de orientação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente a nível superior certamente irá impulsionar da forma mais significativa a educação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente nos ensinos básico e secundário.

A formação/educação em ciências, ao longo da vida, é um desafio para o futuro das sociedades que deveria começar ainda na infância, para facilitar o desenvolvimento das competências para o aluno e este se interessar posteriormente na vida da sociedade com valores bem definidos, tanto a nível pessoal, político, social e económico (3) (4) (5).

O desenho, como uma actividade a ser desenvolvida desde a infância, deverá ser usado ao longo do crescimento, ele tem uma grande importância no desenvolvimento maturativo e intelectual da criança.

Neste trabalho interligaram-se várias áreas do conhecimento, em especial Física e Desenho. Ao se aprofundar um estudo no seu conteúdo é importante uma interacção entre áreas de conhecimento distintas.

Visto existir uma relação muito importante entre o desenvolvimento infantil e a aprendizagem, o desenho na infância favorece a aquisição dos conhecimentos. Os seus êxitos na representação gráfica potenciam o seu conhecimento da realidade. O desenho é um importante meio de diagnóstico e terapia infantil, como a criança quando ainda não comunica directamente com palavras, exprime-se por vezes através do desenho (6).

2. NATUREZA DA LUZ

A luz é um fenómeno que tem intrigado os cientistas e a sua natureza é estimada desde a época dos gregos.

Platão, da Escola Pitagórica, acreditava que o objecto visível emitia partículas emissivas que eram captadas pelos nossos olhos. Por outro lado, Aristóteles acreditava que ondas vibratórias saíam dos nossos olhos e só quando atingia o objecto é que este se tornava visível. Assim existiam duas teorias que poderiam explicar a natureza da luz: a teoria das partículas que a considera a luz como pequenas gotas de água que saíam de uma mangueira e a das ondas que a considerava como uma pedra atirada à água.

Embora esta discussão tenha durado quase até ao século XX, tanto Platão como Aristóteles tinham razão.

A primeira descoberta foi feita por Heron, que na primeira experiência feita utilizando espelhos, descobriu que a luz se propagava em linha recta. De acordo com esta evidência foi então formulada nova lei que afirmava que o ângulo de incidência era igual ao ângulo de reflexão.

Até ao século XVII o progresso da descoberta da natureza da luz foi lento. O que mais intrigava os cientistas era saber se a luz era uma onda ou uma partícula e explicar se a luz se propagava em linha recta, ou se sofria um desvio quando atravessava um meio diferente.

Foi Snell que em 1621 explicou este fenómeno. Mediu os desvios da luz em vários meios como ar, vidro e água, e verificou que estas eram diferentes. A este fenómeno chamou refacção e concluiu que o raio de refacção variava com o raio de incidência, mas se a incidência fosse normal à superfície então não haveria qualquer tipo de desvio, isto é, uma parte era reflectida e outra transmitida na mesma direcção.

Em 1678, Huygens, sugeriu que o índice da refacção era determinado pela velocidade da luz e concluiu que esta abrandava ao penetrar em meios mais densos. Ou seja, como para Huygens a luz tinha um movimento ondulatório, o índice de refacção seria maior quanto menor fosse a velocidade com a qual a luz penetrasse no meio. Caso fosse uma partícula aconteceria o contrário. Apesar de Huygens ter sido capaz de explicar as Leis da reflexão e da refacção a dúvida quanto à natureza da luz continuou.

Isaac Newton contribuiu igualmente neste campo, especialmente no que diz respeito à cor. Iniciou as suas famosas experiências de dispersão, com um prisma triangular de vidro, fazendo passar um feixe de luz solar através do prisma conseguindo obter vários feixes coloridos. Através desta experiência descobriu que a luz se decompõe num

espectro de cores que iam do vermelho ao violeta e que colocando à frente da luz obtida pelo prisma, outro prisma tornava a obter a luz branca (7).

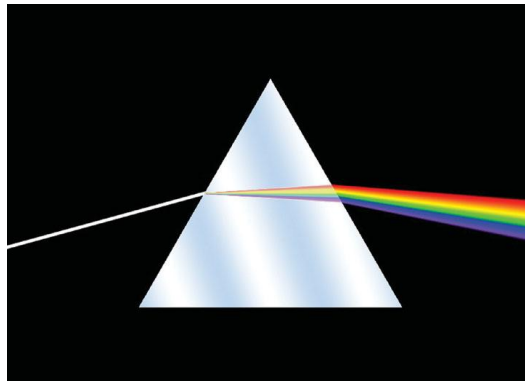


Figura 2.1 - Dispersão da luz branca do Sol

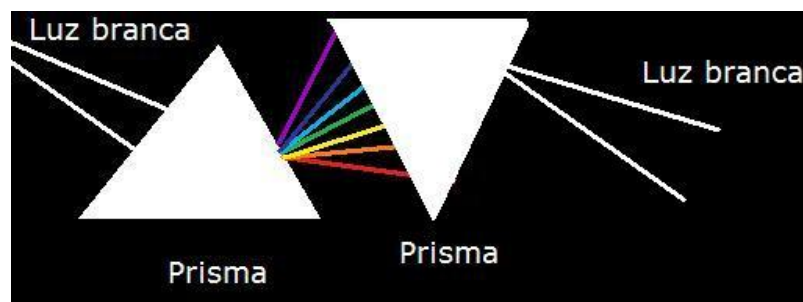


Figura 2.2 - Reconstituição da luz dispersada

Isaac Newton concluiu que a luz branca era formada por todas as cores do espectro, mas ao isolar as cores nada poderia fazer para alterar a sua natureza. Então decidiu fazer uma nova experiência: fazer incidir a luz dispersada sobre um cartão com um pequeno furo, e deixar passar apenas uma componente, e em seguida fazer com que esse feixe incidisse sobre o segundo prisma. Verificou que o feixe se desviava mas a sua cor não sofria alteração (8).



Figura 2.3 - A luz vermelha não dispersa

Assim, Newton demonstrou que a luz branca do sol é uma mistura de várias cores visíveis e que cada cor sofre um desvio diferente no prisma. Estas conclusões levaram-no a acreditar que a natureza da luz era corpuscular e não ondulatória.

Grimaldi, um cientista contemporâneo de Newton, estudou a formação de sombras e verificou que estas nunca apresentavam contornos nítidos, dando assim maior ênfase à teoria ondulatória. A este fenómeno designou difracção.

Algum tempo mais tarde, Thomas Young fazendo um feixe de luz atravessar uma parede com dois buracos, observou que a imagem projectada numa segunda parede alternava entre sombras e luz. A este fenómeno deu o nome de interferência (9).

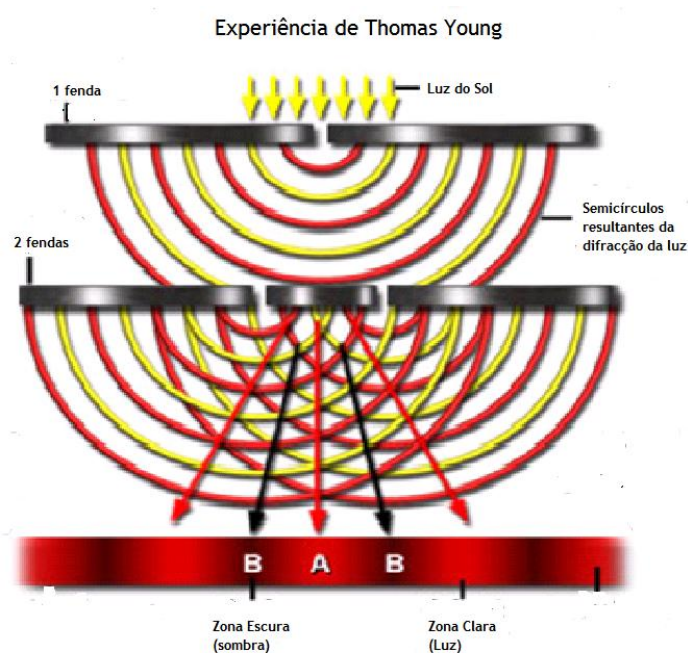


Figura 2.4 - Princípio da Interferência

Através desta experiência, Young conseguiu explicar as franjas coloridas das películas delgadas e determinou os comprimentos de onda de várias cores através dos anéis de Newton.

De forma análoga desenvolveram os conceitos de comprimento de onda (λ) e frequência (ν) através dos quais se podia calcular a velocidade da seguinte forma:

$$\lambda \times \nu = \text{velocidade} \quad [1]$$

Num dado meio a velocidade da luz é constante, assim, quanto maior for a frequência, menor será a distância percorrida e, as diferenças são percebidas porque cada cor tem uma determinada frequência.

Apesar da teoria ondulatória ter explicado muitos fenómenos, persistia a dúvida da natureza da luz por causa da experiência de Newton de acordo com o princípio da interferência de Young. Se a luz fosse uma onda quando atravessasse o prisma, as diferentes cores obtidas na sua decomposição deveriam chocar umas com as outras. Mas isso não acontece, uma vez que os raios decompostos não sofriam qualquer tipo de alteração na trajetória.

Esta questão só voltou a ser questionada no século XX. Foi James Maxwell que demonstrou que a luz fazia parte de um imenso espectro electromagnético. E que era percorrida pelo olho humano por lhe ser sensível. Maxwell descobriu ainda que a velocidade da luz era um elemento de ligação em todo o espectro electromagnético. No vácuo a radiação electromagnética desloca-se com uma velocidade de 3×10^8 m/s.

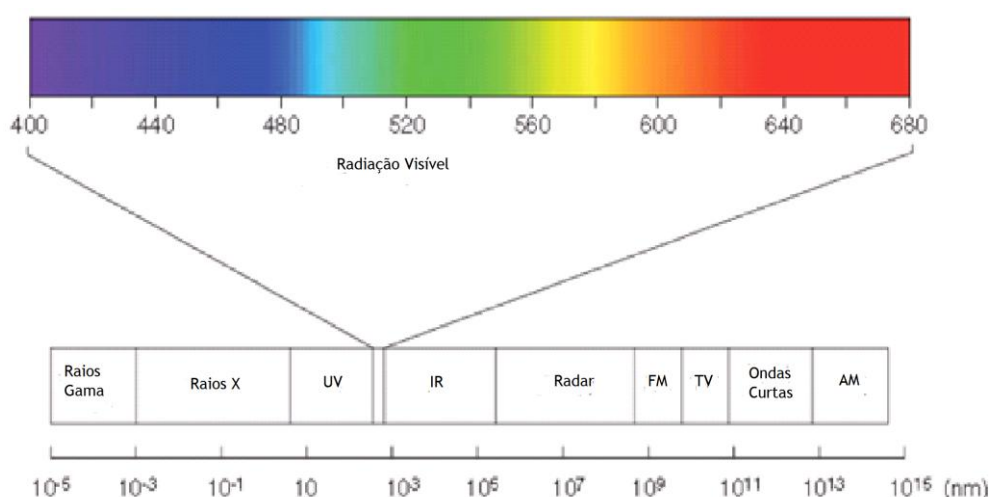


Figura 2.5 - O espectro electromagnético

Nos finais do século XIX postulava-se que, tal como as ondas da água têm um meio para se propagarem, e as ondas sonoras requerem como meio o ar, as ondas precisariam de um meio. Contudo Albert Michelson (1852-1931), conhecido por ter executado medições precisas da velocidade da luz, e Edward Morrison (1838-1923), publicaram, em 1887, os resultados das suas experiências das quais concluíram que a propagação da luz era independente do meio.

Finalmente em 1905, Albert Einstein, explicou o fenómeno da natureza da luz provando que a teoria ondulatória era incompleta e que a luz também poderia ter características de partícula. Demonstrou matematicamente que um electrão libertado podia absorver

uma partícula radiante. Esta iria fornecer energia ao electrão chamando-lhe assim energia do fotão ou quantum de energia e quanto menor fosse a amplitude de onda, maior seria a energia libertada. Einstein apresentou a teoria da relatividade restrita que mostrou a afinidade que existia entre massa e energia através da famosa equação:

$$E = mc^2 \quad [2]$$

Einstein postulou que a luz se propaga no vazio em uma velocidade, bem definida, independente do estado de movimento do emissor. Apresentando assim uma dualidade onda - partícula na natureza da luz, uma vez que a luz é uma onda com propriedades de partícula.

3. LUZ E MATÉRIA

Sabe-se que electrões e outras partículas atómicas têm comportamentos ondulatórios e certos feixes de partículas em certas situações, como ondas o que representa um comportamento quântico dos átomos. A dualidade não é limitada às partículas, isto é, as ondas de luz também se comportam, por vezes como se fossem partículas.

As observações feitas sobre a propagação de luz indicam que esta é uma onda contínua de campos electromagnéticos oscilantes. No entanto, quando foram feitos estudos em relação aos efeitos da luz sobre a matéria, observaram-se alguns fenómenos inesperados que, aparentemente, contradiziam a ideia de um fluxo contínuo da luz.

O que acontece á luz quando incide na matéria?

Os meios transparentes permitem, como o vidro de uma janela, a propagação da luz, que é parcialmente reflectida e parcialmente transmitida. Mas se o meio for opaco, como um pedaço de madeira, ou parcialmente transparente como um vidro colorido, apenas uma parte da luz é reflectida. A luz “desaparece” dentro da matéria.

Quando a luz incide numa superfície de separação de dois meios diferentes, podem ser observados dois fenómenos, a reflexão e a refacção da luz.

3.1. Reflexão

A reflexão da luz é um fenómeno muito comum envolvendo a propagação da luz e consiste na mudança de direcção e sentido (ou apenas de sentido) dos raios luminosos, ao incidirem num espelho ou noutra superfície polida qualquer, continuando a propagar-se no mesmo meio.

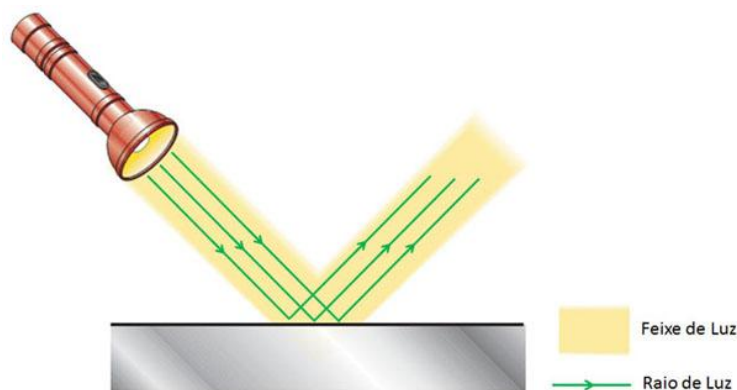


Figura 3.1 - Reflexão da luz numa superfície polida

3.1.1. Reflexão Regular

Quando a superfície de separação entre os dois meios é perfeitamente polida e lisa, então a luz é reflectida de forma regular.

A um feixe incidente de raios luminosos paralelos irá corresponder um feixe reflectido de raios luminosos igualmente paralelos.

3.1.2. Reflexão Irregular ou difusa

Se a superfície de separação onde a luz incide for irregular e apresentar rugosidades a reflexão será difusa, por isso a luz será espalhada em todas as direcções.

Se um feixe de raios luminosos incidir paralelamente à superfície, os raios reflectidos irão ser dispersados em diversas direcções, isto é, irão dar origem a um feixe reflectido não paralelo.

Existem duas leis que ajudam a entender o fenómeno da Reflexão.

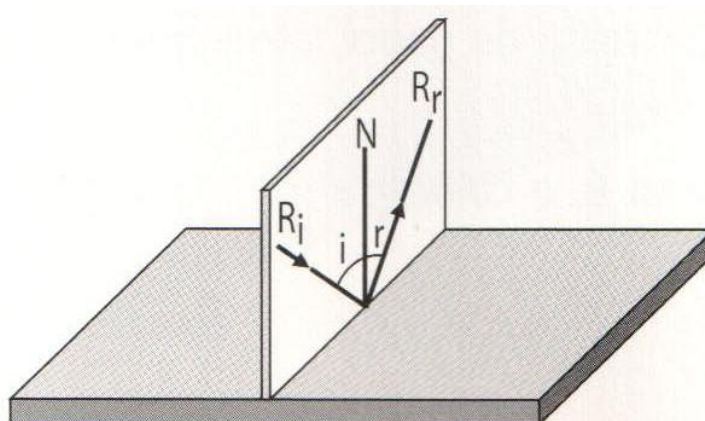


Figura 3.2 - Representação do raio incidente, o raio reflectido e a perpendicular à superfície reflectora no ponto de incidência, estão no mesmo plano:

R_i - raio incidente

R_r - raio reflectido

N - linha perpendicular ao ponto de incidência, chamada normal.

i -ângulo de incidência, formado pelo raio incidente e a normal

r -ângulo formado pelo raio reflectido e a normal

1ª Lei - O raio incidente, a normal e o raio reflectido estão os três no mesmo plano;

2ª Lei - O ângulo de incidência é sempre igual ao ângulo de reflexão

Designa-se por raio incidente, o raio luminoso que incide na superfície e raio reflectido ao raio luminoso que emerge dessa mesma superfície.

A difusão da luz ocorre, quando um feixe de raios luminosos paralelos incide sobre uma superfície. Ele sofre reflexão e retorna irregularmente ao meio de origem, perdendo o paralelismo e espalhando-se em todas as direcções.

3.1.3. Reflexão da luz e as cores

As ondas electromagnéticas estão distribuídas por um grande intervalo de frequência e comprimento de onda e podem ser classificadas de acordo com a sua fonte principal e com o seu efeito ao interagir com a matéria.

Newton foi o primeiro a reconhecer que a luz branca é constituída por todas as cores do espectro visível e que o prisma não cria cores por alterar a luz branca, como se pensou á vários séculos trás, mas sim por dispersar a luz, separando-a nas suas cores constituídas.

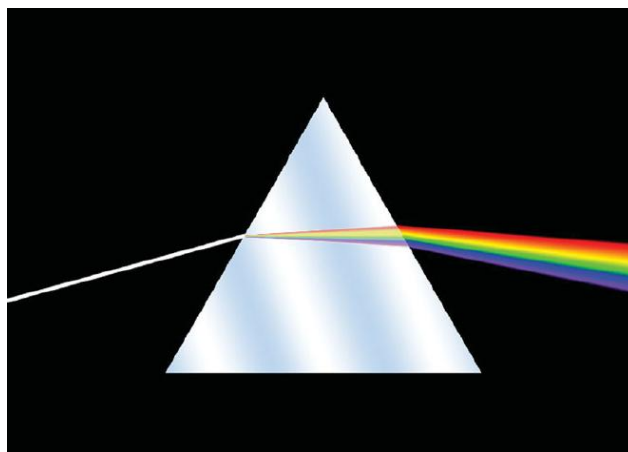


Figura 3.3 - Dispersão de um raio de luz branca por um prisma óptico

O detector humano, olho - cérebro, percebe o branco como uma mistura de frequências que normalmente têm energias semelhantes em cada intervalo de frequências.

A cor não é uma propriedade da luz, mas sim uma manifestação electroquímica do sistema sensorial - olho, nervos, cérebro.

A luz ou espectro visível é uma banda estreita de comprimentos de onda aos quais a nossa retina é sensível. Estende-se de $7,8 \times 10^{-7} \text{m}$ a $3,8 \times 10^{-7} \text{m}$, com frequências que variam entre $4 \times 10^{14} \text{Hz}$ a $8 \times 10^{14} \text{Hz}$.

As diferentes sensações que a luz produz no olho dependem da frequência da onda electromagnética e, para uma pessoa normal, correspondem aos seguintes intervalos:

Cor	Frequência (10 ¹² Hz)	Comprimento de onda (nm)
Violeta	769-659	350-455
Azul	659-610	455-492
Verde	610-520	492-577
Amarelo	520-503	577-597
Laranja	503-482	597-622
Vermelho	482-384	622-780

3.2. Refracção da luz

Como já foi referido, a luz tem velocidades diferentes dependendo do meio onde se propaga. Quando a luz atravessa um meio óptico para outro diferente, muda de direcção, isto é, desvia-se da sua direcção de propagação inicial (10).

Neste fenómeno designado por refacção, parte dos raios luminosos que incidem em dois meios diferentes penetrando num segundo meio, os raios luminosos sofrem um desvio de sua direcção inicial.

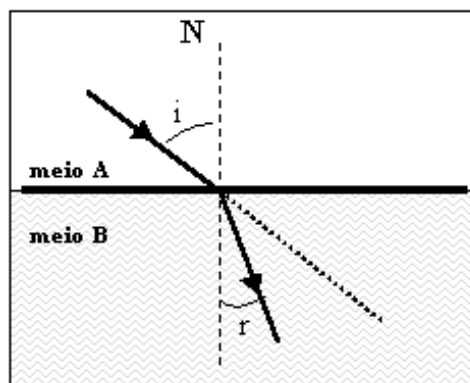


Figura 3.4 - Refracção da luz

3.3. Mistura de cores

Como já foi referido, os “raios” luminosos eram feixes de corpúsculos de diferentes cores. As cores dos objectos iluminados não são propriedades dos objectos, mas sim consequência da forma como eles absorvem ou reflectem os “raios” de diferentes cores que os atingem. Ao isolar cada uma das cores Newton concluiu que a luz branca era policromática, enquanto cada uma das cores que a constituem era monocromática.

No espectro visível obtido com o prisma, consideram-se três zonas designadas por cores primárias, o vermelho, o azul e o verde, embora existam vários conjuntos de cores primárias. A sobreposição das três cores primárias origina a cor branca e a sobreposição de duas origina as cores secundárias:

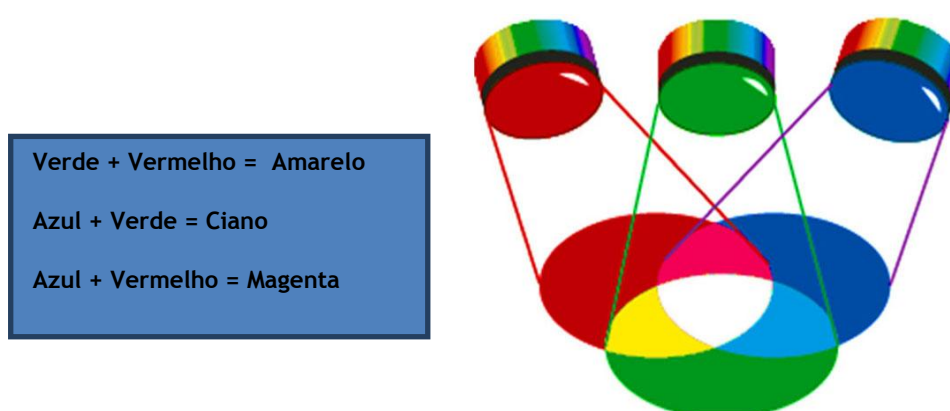


Figura 3.5 - Representação das cores primárias, secundárias e luz branca, resultado da adição das cores

Podemos ainda afirmar que, para que as cores secundárias sejam obtidas, as cores primárias que as formam devem ter intensidades aproximadas. Se adicionarmos as três cores primárias em intensidades variáveis obtêm-se todas as cores presentes no espectro solar. Que pode ser representado pela roda das cores (11).



Figura 3.6 - A Roda das Cores

As cores que se encontram em frente uma da outra, por exemplo, o azul e o amarelo, designam-se por cores complementares Figura 13 e Figura 14. A sobreposição de duas cores complementares também origina a cor branca.

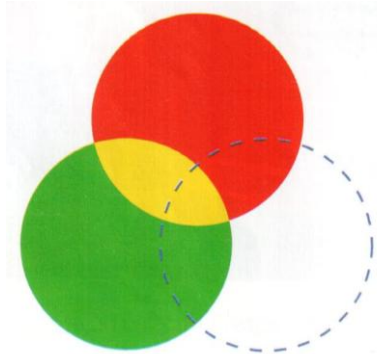


Figura 3.7 - Se retirarmos o azul, a cor que se obtêm é o amarelo, então a cor complementar do azul será o amarelo.



Figura 3.8 - Na roda das cores, as cores complementares encontram-se em posições opostas umas às outras.

O processo de produzir cor por sobreposição de várias cores chama-se síntese aditiva de cores. Outro processo de produzir uma cor é por absorção relativa de certas cores da luz que ilumina os objectos e este processo é designado por síntese subtractiva (12).

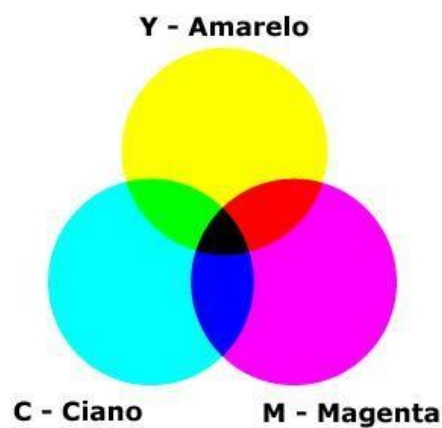


Figura 3.9 - Subtracção de cores

Por exemplo, se um objecto iluminado com luz branca apresentar uma coloração verde, significa que absorve a sua cor complementar, isto é, a magenta reflecte o verde. Se for iluminado com luz vermelha será negro, pois ao absorver o vermelho não pode reflectir nenhuma luz. Se não existir luz, não existe cor, visto que a cor dos objectos depende da luz com que são iluminados. Um objecto se for opaco, quando iluminado com luz branca absorve algumas cores e reflecte outras. A cor do objecto opaco resulta do conjunto de cores que são reflectidas por este.



Figura 3.10 - Absorção de todas as cores á excepção do violeta

Uma rosa violeta consegue absorver todas as cores excepto o violeta, que reflecte. Quando olhamos para a rosa a luz captada pelos nossos olhos é violeta pois é a única que a rosa está a reflectir.

Os objectos brancos não absorvem nenhuma cor, reflectem todas as cores, a cor branca resulta de uma mistura de todas as cores. Os objectos pretos absorvem todas as cores, não reflectem nenhuma o preto é a ausência de cor.

O vidro que é um objecto transparente, quando iluminado com luz branca, absorve algumas cores e deixam-se atravessar por estas não as absorvendo. Os objectos transparentes são como filtros isto porque só deixam passar as cores que não absorvem, permitem obter um feixe luminoso de uma determinada cor.

A fotografia é uma das aplicações da síntese subtractiva. Os fotógrafos, através da utilização de filtros de várias cores conseguem obter fotografias em determinado efeito, pois cada filtro só se deixa atravessar pela “sua” cor.

3.4. Os sentimentos transmitidos pelas cores

As cores têm uma grande influência psicológica sobre o ser humano. Existem cores que se apresentam como estimulantes, alegres, optimistas, outras serenas e tranquilas.

Assim, quando o Homem tomou consciência desta realidade, aprendeu a usar as cores como estímulos para encontrar determinadas respostas e, a cor que durante muito tempo só teve finalidades estéticas, passou a ter também finalidades e funcionalidades práticas.

É possível pois, compreender a simbologia das cores e através delas dar e receber informações.

Vejamos alguns exemplos de cores e sua simbologia:

	O Preto está associado à ideia de morte, luto ou terror, no entanto também se liga ao mistério e à fantasia, sendo hoje em dia uma cor com valor de uma certa sofisticação e luxo. Significa também dignidade.
	O Branco associa-se à ideia de paz, de calma, de pureza. Também está associado ao frio e à limpeza. Significa inocência e pureza.
	O Cinza pode simbolizar o medo ou a depressão, mas é também uma cor que transmite estabilidade, sucesso e qualidade.
	O Bege é uma cor que transmite calma e passividade. Está associada à melancolia e ao clássico.
	O Vermelho é a cor da paixão e do sentimento. Simboliza o amor, o desejo, mas também simboliza o orgulho, a violência, a agressividade ou o poder.
	O Vermelho escuro significa elegância, requinte e liderança.
	O Verde significa vigor, juventude, frescor, esperança e calma.
	O Verde-escuro está associado ao masculino, lembra grandeza, como um oceano. É uma cor que simboliza tudo o que é viril.
	O Verde-claro significa contentamento e protecção.
	O Amarelo transmite calor, luz e descontração. Simbolicamente está associado à prosperidade. É também uma cor energética, activa que transmite optimismo. Está associada ao Verão.
	O Laranja é uma cor quente, tal como o amarelo e o vermelho. É pois uma cor activa que, significa movimento e espontaneidade.
	O Azul é a cor do céu, do espírito e do pensamento. Simboliza a lealdade, a fidelidade, a personalidade e subtilidade. Simboliza também o ideal e o sonho. É a mais fria das cores frias.

	O Azul escuro , é considerada uma cor romântica, talvez porque lembre a cor do mar, no entanto é uma cor que se associa a uma certa falta de coragem ou monotonia.
	O Azul claro significa tranquilidade, compreensão e frescura.
	O Castanho é a cor da Terra. Esta cor significa maturidade, consciência e responsabilidade. Está ainda associada ao conforto, estabilidade, resistência e simplicidade.
	O Roxo transmite a sensação de tristeza. Significa prosperidade, nobreza e respeito.
	O Lilás , significa espiritualidade e intuição.
	O Rosa significa beleza, saúde, sensualidade e também romantismo.
	O Rosa claro está associado ao feminino. Remete para algo amoroso, carinhoso, terno, suave e ao mesmo tempo para uma certa fragilidade e delicadeza. Está ainda associado à compaixão.
	O Salmão está associado à felicidade e à harmonia.
	O Prateado ou Cor Prata é uma cor associada ao moderno, às novas tecnologias, à novidade, à inovação.
	O Dourado ou Cor Ouro está simbolicamente associado ao ouro e à riqueza, a algo majestoso.

4. Evolução da visão das cores

4.1. Mecanismos da visão

Os olhos são uns dos órgãos mais importantes do corpo humano e são responsáveis por captar a informação proveniente do exterior, sob a forma de radiação luminosa e por a codificar, em impulsos nervosos, através da acção de células nervosas especializadas. Este impulso é conduzido até ao cérebro, onde se forma a imagem que é decodificada como informação desencadeando uma resposta por parte do organismo. O olho é um órgão bastante complexo sendo considerado um prolongamento do tecido cerebral. A conversão do estímulo visual, em informação nervosa, é realizada por células foto receptoras. Os foto-receptores são de dois tipos: os bastonetes, utilizados na visão nocturna e que permitem a formação de imagens em tons claro e escuro; e os cones, usados na visão em condições de boa iluminação e permite uma visualização de cores e dos detalhes mais finos.

4.1.1. Constituição do Olho Humano

O olho apresenta uma forma sensivelmente esférica e é constituído por três camadas concêntricas de tecido: a camada externa - fibrosa; a camada média - vascular e a camada interna -nervosa ou retina. Para atingir esta última camada, os raios luminosos têm que atravessar uma série de meios transparentes e refrigentes, que são a córnea, humor aquoso, o cristalino e o humor vítreo. A parte mais anterior da camada fibrosa corresponde à córnea e a restante (o “branco” do olho) é a esclera ou esclerótica.

As células da retina comparam sinais luminosos, inicia-se o processamento da informação se a partir deste momento. O facto de termos dois olhos permite-nos alargar o campo de visão, aumentando o espaço onde se situam os objectos visíveis.

A visão binocular, a visão com dois olhos faz com que a noção mais certa das distâncias é mais correcta.

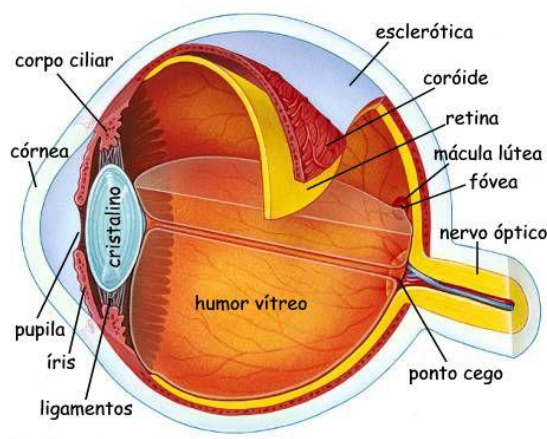


Figura 4.1 - Olho Humano

No olho existe uma lente convergente que se chama cristalino, trata-se de uma lente gelatinosa, elástica e convergente que foca a luz que entra no olho, formando imagens na retina. A distância focal do cristalino é modificada por movimentos de um anel de músculos, os músculos ciliares, permitindo ajustar a visão para objectos próximos ou distantes.

O músculo ciliar, mediante a sua acção sobre a córnea provoca o seu relaxamento, quando ele se contrai, assegurando automaticamente as modificações necessárias dos raios da curvatura das faces do cristalino, de modo que a imagem se forme sempre na retina. Este fenómeno é designado acomodação e vai-se tornando mais eficaz com o aumento da idade.

Para focar os objectos mais distantes os músculos contraem-se e o cristalino torna-se mais convexo, aumentando o poder de refração. Quando chega à retina, há a conversão da imagem luminosa em impulsos eléctricos nervosos, que são enviados ao cérebro. Na retina encontramos milhões de células foto-receptoras, os cones e os bastonetes que são responsáveis pela distinção das cores, que se chama ponto próximo e uma distância máxima de visão perfeita que se chama ponto remoto. A acomodação do cristalino permite a visão perfeita entre estas duas distâncias, mas a capacidade visual varia de pessoa para pessoa.

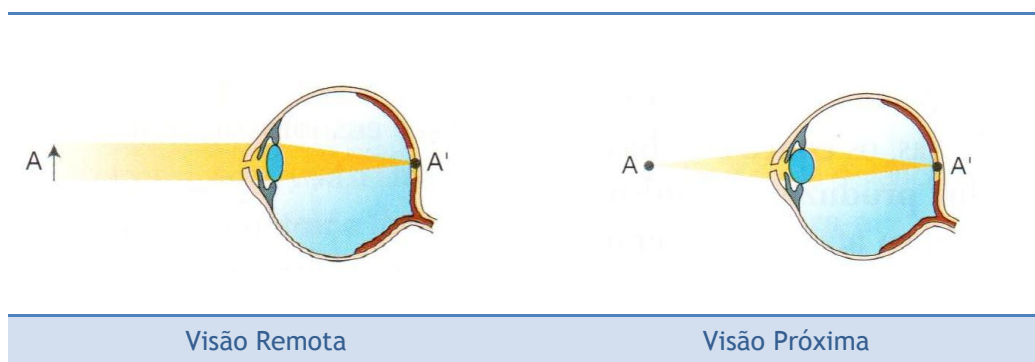


Figura 4.2 - Representação da acomodação do cristalino, comparação da forma do cristalino e a direcção dos raios luminosos nas duas posições

O ponto remoto situa-se à maior distância para a qual é possível ver com nitidez, o ponto próximo situa-se à menor distância para a qual é ainda possível ver bem (13).

Num olho normal, o ponto remoto situa-se a uma distância tão grande que os raios que daí provêm são paralelos, diz-se que o ponto remoto está no infinito, ou seja a uma distância muito grande.

Com a idade a capacidade de acomodação do cristalino vai diminuindo, à medida que ele perde a sua flexibilidade, logo o ponto próximo vai ficando cada vez mais velho. A

isto chama-se presbitia, efeito fisiológico e não é defeito de visão. Aos 10 anos o ponto próximo está a cerca de 7cm, aos 20 anos a cerca de 10cm, aos 50 anos a cerca de 40 cm e aos 60 a cerca de 200cm.

A íris contém células pigmentares e músculos lisos que fazem variar o diâmetro pupilar em função da intensidade luminosa e dos estímulos e bloqueios. É composto principalmente de músculos circulares e radiais que quando se contraem ou distendem controlam a quantidade de luz que entra no interior do olho através de um orifício escuro designado pupila. A principal função da íris é de controlar a quantidade de luz que penetra no olho.

A retina é a camada mais interna do olho, sendo o local onde os raios luminosos incidem após atravessarem a córnea e o cristalino.

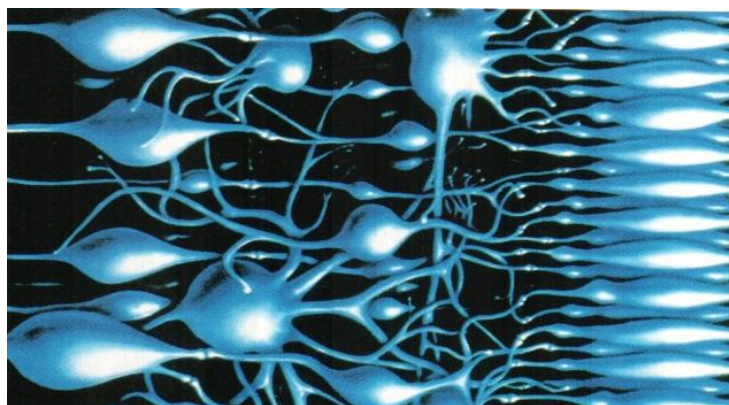


Figura 4.3 - Representação da retina

Para além das células onde se faz a transmissão de impulsos, as células bipolares e as ganglionares, a retina contém um conjunto de células receptoras sensíveis à luz, distribuídas de forma diferente, os cones (visão fotópica) e os bastonetes (visão escotópica).

4.1.2. Cones

Os cones são adaptada à recolha de estímulos visuais e o seu nome deve-se à forma cónica do seu segmento externo. São constituídos por duas partes principais, uma receptora e outra condutora. A primeira, situada fora da membrana limitante externa, subdivide-se em segmento externo, de forma cónica e um interno que na maioria dos casos, continua directamente com o corpo celular através da membrana limitante. Por sua vez o segmento interno tem duas partes distintas, o elipsóide e o mióide.

O número total de cones da retina é cerca de quatro milhões, mas a sua densidade varia muito, conforme a região retiniana considerada. O maior número encontra-se na fóvea. Partindo da fóvea para a periferia da retina o número de cones decai

rapidamente de tal forma que nos bordos existem apenas 50 cones. Os cones estão relacionados com a visão fotópica e com a visão das cores.

Actualmente conhecem-se três tipos de pigmentos, um sensível ao vermelho, outro ao verde e o terceiro ao azul.

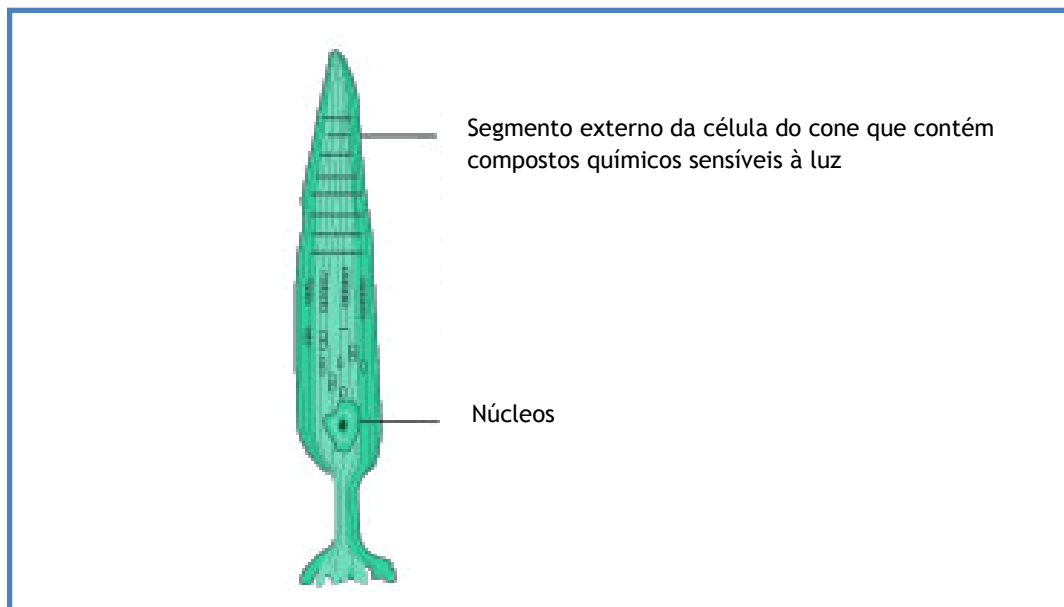


Figura 4.4 - Estrutura do cone

4.1.3. Bastonetes

Juntamente com os cones, os bastonetes, encontram-se na parte externa da retina comportando-se como elementos sensoriais. A eles deve-se a possibilidade de verem em ambientes pouco iluminados, ou seja, deles depende a visão escotópica, resultante da parte mais periférica da retina, onde existe maior densidade destes foto receptores. Os bastonetes são células mais numerosas, de formato alongado e existem cerca de 125 milhões em cada olho. Apresenta um baixo limiar de excitação sendo, por isso, muito sensíveis à luz. Mesmo assim, permite a formação de imagens em tons cinzentos e pouco nítidas.

No interior do bastonete, existe um grande número de moléculas de um único pigmento visual, a rodopsina que se encontram acumuladas em pequenas vesículas discordais paralelas ao eixo maior da célula. Este pigmento insere-se no grupo das escotopsinas, os pigmentos responsáveis pela visão noturna. A incidência da luz na molécula do pigmento gera alteração na sua conformação estrutural, levando à união de impulsos nervosos.

Na fóvea, ponto de maior acuidade visual da retina, não existem bastonetes, apenas existem cones. Os bastonetes estão dispostos em torno desta estrutura, podendo ser encontrados cerca de 300, ligados a apenas uma única célula nervosa ganglionar, o que

impossibilita a formação de uma imagem. No entanto, devido à sua disposição e elevado número, apresentam um campo visual mais alargado do que os cones e por isso são responsáveis pela visão periférica. Esta visão, embora seja pouco nítida, nas zonas afastadas do centro visual, permite uma boa percepção de movimentos. Os bastonetes permitem a percepção da forma, dimensão e brilho.

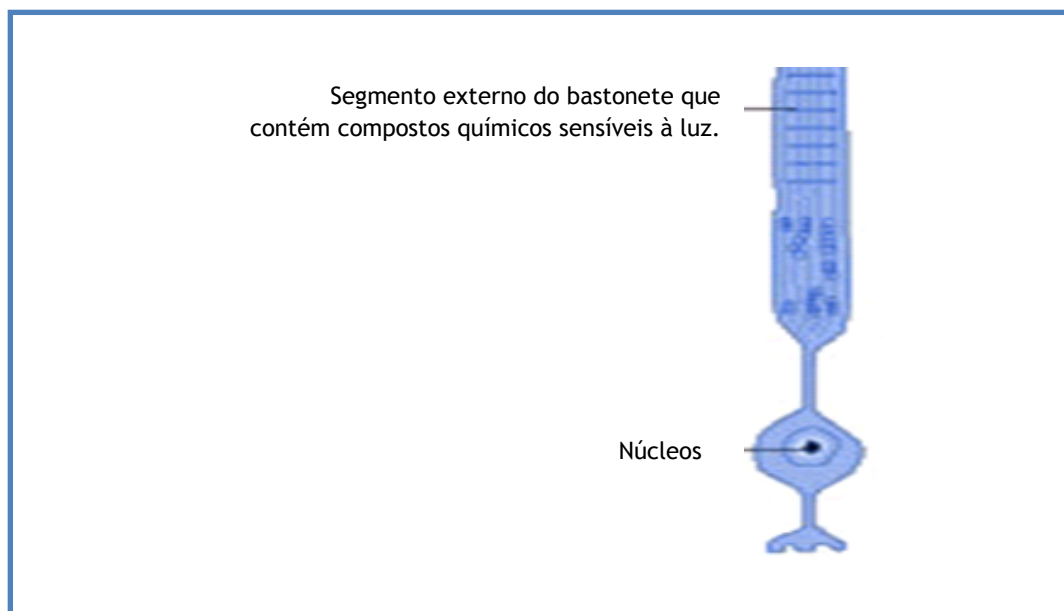


Figura 4.5 - Estrutura dos bastonetes

4.2. Sensibilidade espectral das cores e bastonetes

Como já foi referido na camada dos foto-receptores, identificam-se vários tipos de células diferentes caracterizadas pela sua forma, características bioquímicas, distribuição espacial e capacidade de absorção da luz de diferentes comprimentos de onda, os cones e os bastonetes.

A sensibilidade espectral dos bastonetes ocorre no comprimento de onda correspondente ao azul - verde, cujo pico de sensibilidade se encontra nos 500nm. Por outro lado, os cones dividem-se em três tipos de células diferentes de curto, médio e longo comprimento de onda. A maior sensibilidade de absorção da luz ocorre nos 420 nm, para os cones de baixo comprimentos de onda (cores azuis), nos 531 nm para os de médio comprimento de onda (cores verdes) e nos 558nm para os de longo comprimento de onda (cores vermelho). A sensibilidade espectral está relacionada com o foto pigmento presente no segmento externo do foto-receptor, as opsinas nos cones e a rodopsina nos bastonetes.

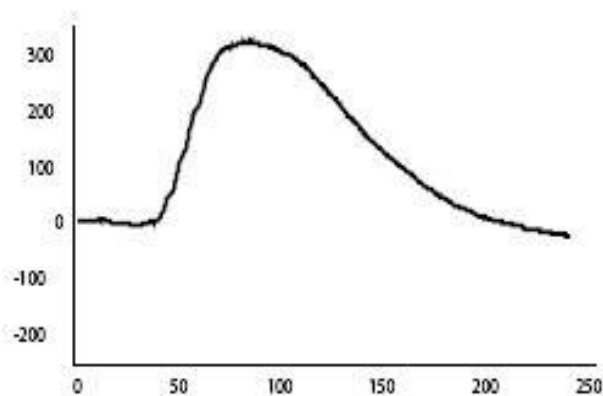


Figura 4.6 - Resposta espectral dos bastonetes (16)

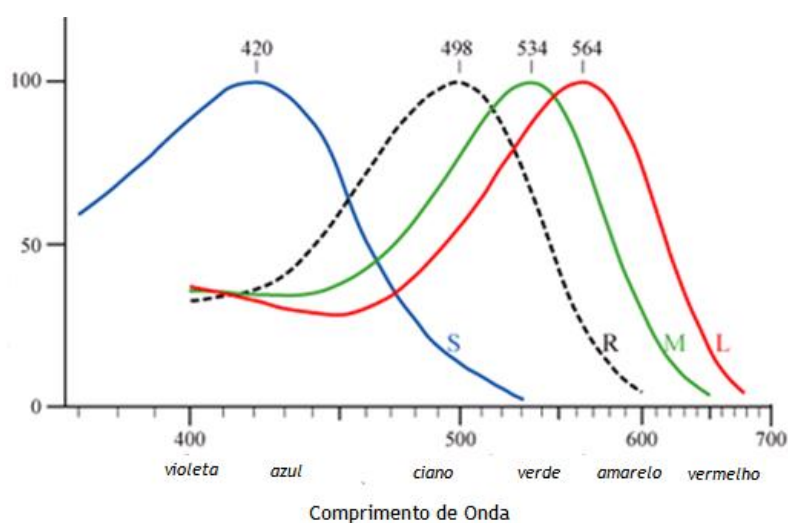


Figura 4.7 - Resposta espectral dos cones (20)

Na Figura 4.6 está representada a curva de percentagem da absorção da rodopsina nos seres humanos. A rodopsina vai absorver fótons de comprimentos de onda próximos dos 500-505 nm.

Os cones diferem dos bastonetes em vários aspectos, por um lado, respondem selectivamente a certas cores e por outro, são mais sensíveis à luz do que os bastonetes.

Na Figura 4.7 estão representados os comprimentos de onda da luz correspondentes aos três tipos de cores. Verifica-se que a resposta média do cone azul ocorre com um comprimento de onda de cerca de 420 nm, o verde ao comprimento de onda de 530 nm e o vermelho ao comprimento de onda de 575 nm.

Embora este comprimento de onda corresponda a um comprimento de onda de cor abrangida, este cone é denominado vermelho porque é o único que corresponde a um comprimento de onda acima de 600 nm, que é a faixa do vermelho.

5. ANOMALIAS DA VISÃO DAS CORES

As anomalias da visão das cores são caracterizadas pela correspondência anormal das cores e a sua confusão. Cores que parecem diferentes para pessoas com visão normal, também podem parecer diferentes as pessoas com anomalias na visão das cores; o que se distingue pela redução do número de cores que podem ser identificados no espectro.

A deficiência na visão das cores é causada pela deficiência adquirida pelos fotopigmentos. Estas anomalias podem aparecer de várias formas, por exemplo, a retina pode não possuir algum cone receptor funcional, ou então um dos três tipos de cones pode ter um foto-pigmento que faça uma diferença significativa na sensibilidade espectral. Comparado com os pigmentos normais. Os defeitos mais conhecidos relacionados com as anomalias da visão das cores são: tricromatismo, dicromatismo, monocromatismo ou acromatismo.

Os termos protan, deutran e tritan, vêm do grego e significam 1º, 2º e 3º e são usados para indicar qual dos fotopigmentos é que está afectado. O termo tetratan está relacionado com o quarto tipo, isto é, com a deficiência na cor que suponho que as anomalias relacionadas com o fotopigmento quando seria descobertas.

5.1. Tricromatismo

O tricromatismo acontece quando se possuem três canais independentes para a transmissão de informações de cores, derivadas dos três tipos de cones diferentes. Um grupo de células dos cones funciona parcialmente, ou seja, existem três grupos de células receptoras, mas não trabalham em igual proporção, o que faz com que o observador não tenha uma visão normal para as cores. A explicação normal da retina tricromacia é que o organismo contém três tipos de receptores de cor (chamadas células cone) com espectros de absorção diferentes.

No tricromatismo normal percebe-se a cor branca através do estímulo através dos três tipos de cones, vermelho, verde e azul, quando o tricromatismo é anômalo percebe-se a cor branca através de proporções anômalas de vermelho verde e azul.

5.2. Dicromatismo

O dicromatismo acontece quando se possuem dois tipos de funcionamento receptores de cores, chamadas células cone. Ocorre quando um dos pigmentos cor é reduzida a duas dimensões, percebe-se a cor branca com estímulos de apenas dois tipos diferentes de cones, que podem ainda ser classificados protanopia, que é a ausência de foto

pigmentos sensíveis à luz vermelha, deuteranopia, que é a ausência de foto pigmentos sensíveis à luz verde e, por fim, tritanopia, muito rara, é a ausência de foto pigmentos sensíveis à luz azul.

5.3. Monocromatismo

O monocromatismo é também conhecido como "daltonismo total", é uma completa incapacidade de distinguir cores. A pessoa afectada pode perceber diferenças de cor, mas não pode fazer as mesmas distinções entre as cores.

5.4. Daltonismo

O daltonismo é uma alteração da visão que faz com que a pessoa tenha dificuldades, em maior ou menor grau, de distinguir as cores e resulta da alteração dos foto receptores da retina. Este defeito afecta os cones, daí que a pessoa deixa de ter noção das cores.

A confusão de cones foi descoberta pelo químico John Dalton quando notou que não era capaz de distinguir certas substâncias pelas suas cores, enquanto outras pessoas o faziam sem qualquer dificuldade.

Dizemos que a relva é verde apesar de não sabermos se a sensação é a mesma para todas as pessoas. A relva implica uma certa planta que encontramos no relvado e chamamos "verde" à sensação que a produz em nós, mas para identificar a relva recorremos a outras características além da cor, por exemplo à forma e a densidade das folhas. Se tivermos tendência para nos enganarmos na cor, existem, em geral, outras indicações que nos permitem identificar a relva como relva. Contudo, como sabemos que se convencionarmos dizer que a relva é verde, chamamos-lhe verde, mesmo quando há dúvidas a esse respeito.

5.5. Outros tipos de anomalias na visão das cores

A perda do cristalino faz com que o olho fique mais sensível às radiações infravermelhas e ultravioletas, as suas deformações podem actuar de uma forma prejudicial na qualidade das imagens na retina, é o caso da cromatopsia, onde a superfície branca é vista com uma determinada cor.

Existem quatro tipos de cromatopsia: a cianopsia, que se deve à zona dos azuis, a eritropsia, zona dos vermelhos, a cloropsia, que corresponde aos verdes e a xantopsia que abrange a zona dos amarelos.

Todos os testes de visão das cores têm uma base comum: estabelecer situações em que fiquem reduzidas a uma só cor as características que permitem uma identificação. Assim é fácil verificar se determinado indivíduo é normal quanto à percepção das cores ou se vê como uma cor única o que para as outras pessoas aparece como cores diferentes.

A confusão de cores mais frequente é a que se dá entre o vermelho e o verde, mas aparecem muitos géneros de confusões. Cerca de 10% dos homens sofre desta deficiência enquanto que nas mulheres a sua ocorrência é muito menos frequente.

Partindo do princípio de que são três os mecanismos de recepção, a cegueira às cores pode ser dividida em três tipos principais: protanopes, deuteranopes e tritanopes. O que é mais comum não é a ausência completa de um dos três mecanismos da visão, mas antes uma redução de sensibilidade em relação a certas cores. As três deficiências foram assim designadas como protanopia, deuteranopia e tritanopia, sendo esta extremamente rara. As pessoas afectadas por qualquer delas têm uma visão anormal das cores, pois apesar de necessitarem das três luzes coloridas para compor as suas cores do espectro, usam-nas em proporção que diferem da proporção normal.

A herança mais clássica para o daltonismo está ligada ao heterossoma x, responsável por transmitir as características hereditárias. Se uma mulher recebe o heterossoma x com traços para o daltonismo, do pai ou da mãe, não terá a doença porque outro heterossoma compensará o defeito e é apenas portadora, isto é, pode transmitir a anomalia à sua descendência. Os homens como não têm um heterossoma x a mais para compensar a anomalia, ao receberem um x alterado adquirem-na. Conclui-se assim que, para uma mulher ter daltonismo os seus dois heterossomas x, têm que estar afectados, isto é, o pai tem que ser daltónico e a mãe portadora ou daltónica.

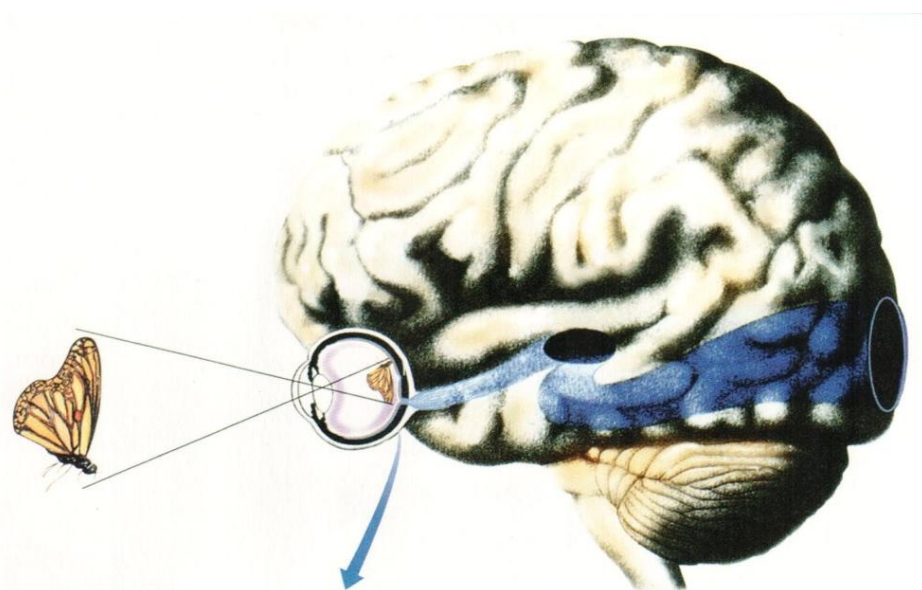


Figura 5.1- Representação da conversão da imagem luminosa em impulsos nervosos, que são enviados ao cérebro.

6. PERCEPÇÃO VISUAL

Ver é, para nós, um fenómeno tão natural que se torna necessário um esforço de imaginação para concebermos que tal fenómeno inclui a solução de certos problemas. Mas vejamos o que se passa. São fornecidos aos olhos pequenas imagens distorcidas e invertidas e contudo, vemos, no espaço, objectos distintos e sólidos. A partir das tramas de estimulação da retina apercebemo-nos do mundo dos objectos, o que quase constitui um milagre.

O olho é, muitas vezes, descrito como uma máquina fotográfica, no entanto são as características não fotográficas da percepção as mais interessantes. Como é que a informação dos olhos é codificada em termos neuronais, na linguagem do cérebro e reconstituída no conhecimento dos objectos que nos rodeiam? O papel do olho e do cérebro são muito diferentes quer da máquina fotográfica quer da câmara de televisão que apenas convertem objectos em imagens. Há a tentação, que deve ser evitada, de dizer que os olhos produzem imagens no cérebro. Uma imagem no cérebro sugere a necessidade de qualquer espécie de olho interno para ver, mas exigiria um outro olho para ver a sua imagem, e assim sucessivamente, numa cadeia interminável de olhos e de imagens, o que seria absurdo. O que os olhos fazem é “alimentar” o cérebro com informação codificada sob a forma de actividade neuronal - correntes e impulsos eléctricos que, pelo seu código e pelos padrões da actividade cerebral, representam objectos.

Podemos procurar uma analogia na linguagem escrita: as letras e palavras desta página têm certos significados para quem conhece a língua. Afectam de maneira adequada o cérebro do leitor, mas não são imagens. Quando olhamos para qualquer coisa, a trama da actividade neuronal representa o objecto e, para o cérebro, é o objecto. Nenhuma imagem interna é posta em jogo.

Os escritores Gestaltistas tinham uma certa tendência para admitir que se formavam imagens no cérebro. Consideravam a percepção em termos de modificações de campos eléctricos do cérebro, copiando estes campos a forma dos objectos percebidos. Essa doutrina conhecida por isomorfismos, exercem uma influência perniciosa sobre as teorias da percepção. Desde então ouve uma tendência para considerar estes hipotéticos campos cerebrais como dotados de propriedades especiais e de tal modo distorções visuais, e outros fenómenos, eram “explicados”. Mas estes postulados em que se admite a existência de quando nos convém que exista são demasiado fáceis. Não há qualquer prova de existência de tais campos eléctricos nem processo de descobrir as suas propriedades. Se não há provas da sua existência, nem processo de descobrir as

suas propriedades, então esses campos são muito duvidosos, uma vez que as explicações úteis são parentas das observáveis.

Os psicologistas gestaltistas chamaram, no entanto, a atenção para vários fenómenos importantes. Viram também muito claramente que há um problema no processo pelo qual o mosaico de estimulação da retina dá origem á percepção dos objectos. Acentuaram particularmente a tendência do sistema percentual para fazer agrupamentos em unidades simples, o que se pode ver num arranjo de pontos.

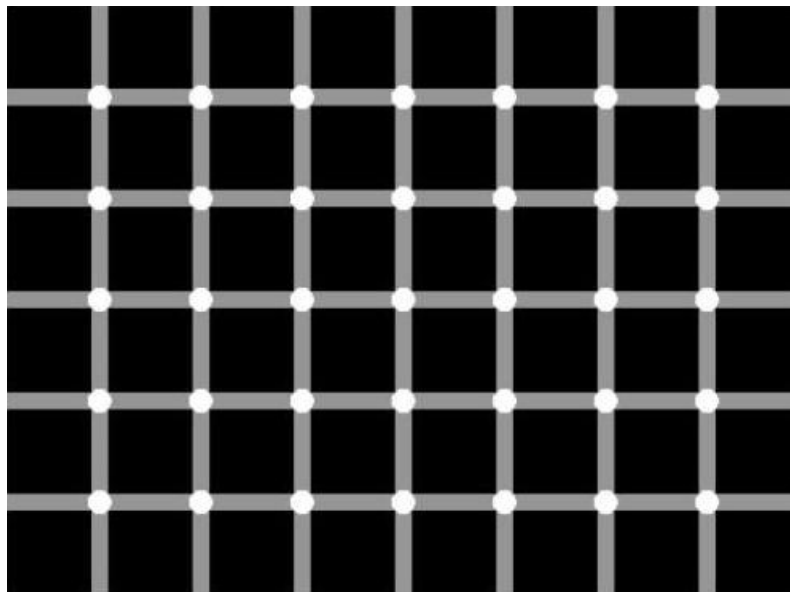


Figura 6.1 - Pontos espaçados de forma regular.

Os pontos estão igualmente espaçados, mas há tendência para ver, para “organizar” como se houvessem objectos separados. Vale a pena meditar sobre isto, pois neste exemplo reside o problema essencial da percepção. Podem verificar em nós a tendência para, “as apalpadelas”, organizar os dados sensoriais em objectos. Se o cérebro não estivesse continuamente á procura de objectos, o desenhador teria uma tarefa difícil. Mas de facto, tudo o que ele tem que fazer é apresentar algumas linhas ao olho e vemos uma face, com uma determinada expressão. Essas poucas linhas são tudo o que o olho exige. O cérebro faz o resto: procura objectos e encontra-os sempre que possível. Lembremo-nos das caras desenhadas pelo fogo que arde na lareira. A figura seguinte é um simples gracejo que salienta claramente esta afirmação. Apenas um arranjo de linhas sem significado? Não, trata-se de um urso a subir uma árvore! Agora, olhando de novo, as linhas, de um modo subtil, tornam-se diferentes, quase sólidas - são objectos.

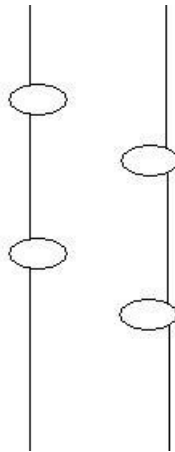


Figura 6.2 - Figura que é um gracejo (o urso a subir uma árvore)

A figura seguinte é representativa de como a aprendizagem pode influenciar a visão do que nos rodeia. A visão é, tal como já foi referido, o nosso sentido mais importante e mais complexo. Cerca de 80% das nossas entradas sensoriais são proporcionadas pelo nosso sistema visual. Sendo tão importante é natural que esteja estudada e que algumas questões se levantem: Será que nascemos a ver ou aprendemos a ver?



Figura 6.3 - Imagem representativa de como aprendemos a ver

A visão é uma função perceptiva fundamentalmente aprendida nos organismos superiores. Ao nascermos captamos uma informação luminosa das formas que pouco a pouco se vai organizando ao ritmo do desenvolvimento do órgão da visão. A experiência

visual passa por três fases absolutamente necessárias: física, fisiológica e psicológica ou perceptiva. Para se compreender a importância da aprendizagem da nossa visão retorna-se à figura anterior. Repare-se que a primeira impressão que se tem é que se trata de um mapa. Mas olhando cuidadosamente para a figura conseguimos perceber dois olhos, duas orelhas e o focinho de uma vaca.

A partir do momento em que se identifica a vaca mesmo sem os contornos percebe-se perfeitamente a vaca.

A visão dos objectos compreende muitas fontes de informação além das que atingem o olho, quando olhamos para um deles. Em geral abrange o conhecimento do objecto, derivado de experiência prévia, mas esta experiência não é limitada à visão, pois envolve outros sentidos, o tacto, o sabor, o olfacto, a audição e, possivelmente, a temperatura e a dor. Os objectos são muito mais do que tramas de estimulação: têm passado e futuro. Quando conhecemos o seu passado ou prevemos o seu futuro, um objecto transcende a experiência e transforma-se numa consubstanciação daqueles conhecimentos.

Embora o que nos interesse seja saber como se vê o mundo dos objectos, é importante considerar os processos sensoriais que dão origem à percepção. Quais são, como funcionam e quando deixam de funcionar de modo adequado. É através da compreensão destes processos subjacentes que podemos entender a percepção dos objectos. São conhecidas muitas das chamadas “figuras ambíguas” que ilustram, claramente, com o mesmo tipo de estimulação do olho pode dar origem a diferentes percepções e como a percepção dos objectos ultrapassa a simples sensação. As mais vulgares figuras ambíguas são de duas espécies: as que alternadamente são “figuras” ou “fundos”, e aquelas que, espontaneamente, alteram a sua orientação em profundidade. A figura seguinte mostra uma imagem que é, alternadamente, figura e fundo. Por vezes, o preto é insignificante e o branco domina, parecendo representar um objecto.



Figura 6.4 - Imagem que representa umas vezes duas caras e outras vezes um vaso branco.

A percepção não é determinada simplesmente pelo estímulo das tramas retinianas, é, pelo contrário, uma procura dinâmica da melhor interpretação dos dados disponíveis. Estes são a informação sensorial e, também, o conhecimento de outras características dos objectos. Até que ponto a experiência afecta a percepção, até que ponto temos

que aprender para ver, são perguntas às quais é difícil responder. Contudo parece claro que a percepção é mais do que o conjunto de dados obtidos de modo imediato através dos sentidos e que estão assentes em muitas bases. Geralmente, sabemos escolher a melhor e vemos as coisas mais ou menos correctamente, mas os sentidos não nos dão uma representação directa do mundo, fornecendo-nos dados para a avaliação de hipóteses sobre o que nos rodeia. Na realidade, que um objecto percebido é uma hipótese, sugerida e testemunhada pelos dados sensoriais. Por vezes, o olho e o cérebro chegam a conclusões erradas e, então, ocorrem alucinações ou ilusões, como se pode ver nas figuras seguintes.

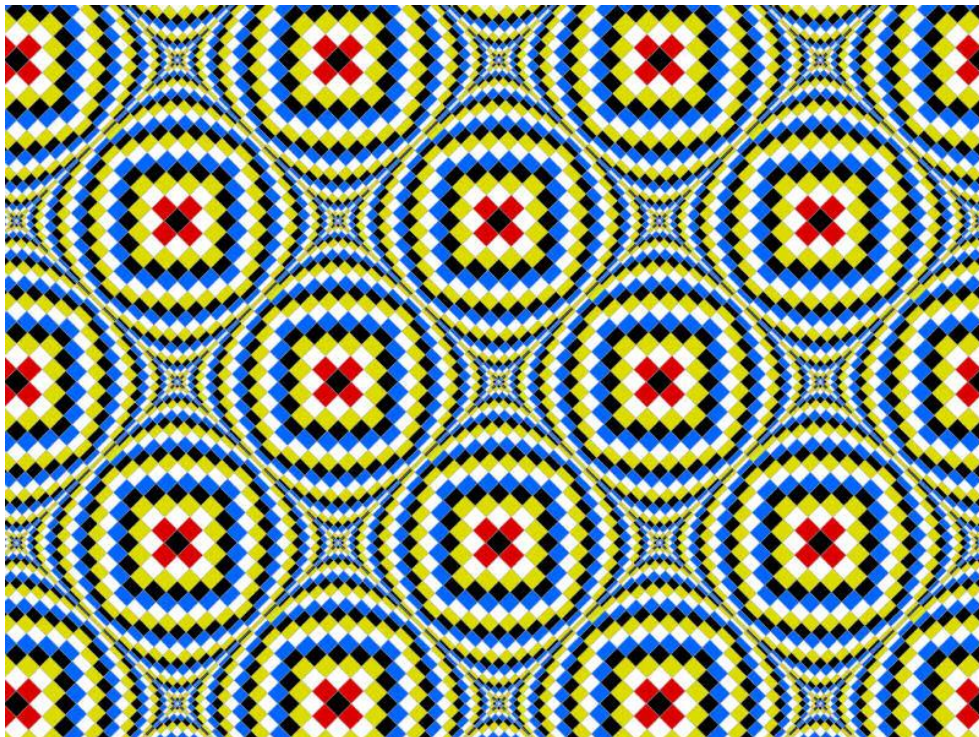


Figura 6.5 - Parado ou em Movimento?

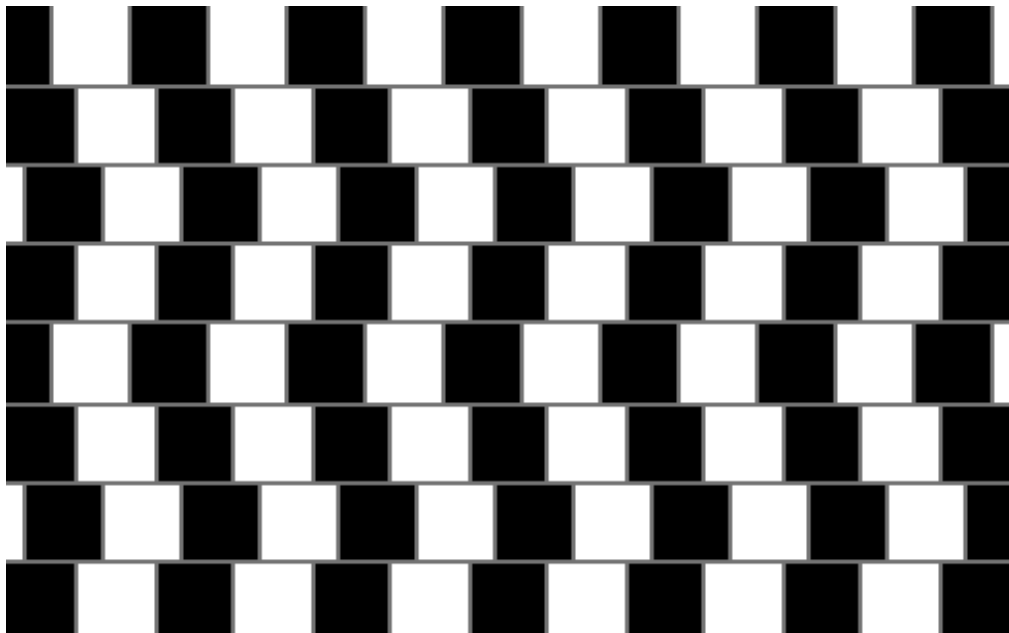


Figura 6.6 - Linhas horizontais tortas ou direitas?

Quando uma hipótese perceptual é incorrecta, somos induzidos em erro, da mesma forma que o somos em ciência, quando vemos o mundo distorcido por uma falsa teoria. A percepção e o pensamento não são independentes.



Figura 6.7 - Imagem de conflito no cérebro - Diga em voz alta repetidamente as cores que está a ver e não as palavras que estão lá escritas.

O lado direito do cérebro tenta dizer a cor, mas o lado esquerdo insiste em ler a palavra (14).

7. APLICAÇÃO PRÁTICA

7.1. Como será que vemos quando somos pequenos

Ver é muito importante para que se consiga interagir com o mundo que nos rodeia. A visão é um dos sentidos mais importantes para a realização de tarefas que consideramos básicas.

Os cuidados com os olhos devem começar ainda na gestação, visto que há alguns problemas visuais que podem ser evitados, como é o caso de duas situações que podem ser evitadas se as orientações do médico forem, por exemplo a toxoplasmose e a rubéola.

Uma criança quando nasce tem pouca visão, e ainda não sabe ver, tal como aprendemos a falar, e a andar também aprendemos a ver. Para isso é necessário que existam boas condições anatómicas e fisiológicas de todo o sistema visual nervos ópticos, olhos e sistema nervoso central.

Até que a acuidade visual (visão central) esteja totalmente formada, qualquer alteração ocular que dificulte a formação de uma boa imagem nos olhos poderá comprometer o desenvolvimento da visão. Exemplos dessas alterações oculares são a catarata congênita, o glaucoma congênito, os estrabismos (olhos “vesgos”) e a diferença de “grau” entre os dois olhos. Se uma ou mais destas anomalias oculares estiverem presentes e forem diagnosticadas no primeiro ano de vida, devem-se tratar o mais rapidamente possível, logo que sejam diagnosticadas para que exista um bom desenvolvimento da visão. Se, por outro lado, alguma destas doenças não for corrigida a tempo, devido a uma falha no desenvolvimento nos primeiros anos de vida, a visão poderá não se desenvolver suficientemente. A visão vai evoluindo até atingir, por volta dos cinco a sete anos de idade, a mesma capacidade que a de um adulto.

Os bebés recém - nascidos percebem a presença de luz e vultos, nesta fase os olhos apresentam um aspecto desalinhado parecido com o estrabismo, sendo a visão muito baixa.



Figura 7.1 - Visão num recém-nascido



Figura 7.2 - Criança com três meses

Entre os dois e os três meses a acuidade visual melhora. O bebé desenvolve o reflexo de fixação e já consegue seguir um objecto com o olhar.



Figura 7.3 - Criança com quatro meses

A partir dos 4 meses a criança já consegue pegar objectos próximos, a visão central já está mais desenvolvida.

Aos 12 meses tem aproximadamente 50% da visão de um adulto e aos 4 anos ela tem cerca de 70 % da visão do adulto. Entre os 5 e os 7 anos a visão duma criança será igual á do adulto.

7.2. Conhecer a criança através do Desenho

O desenho infantil pode ser dividido em diferentes compartimentos separados. Os trabalhos sobre o desenho infantil podem ser encarados como meio de desenvolvimento, meio de expressão de sentimentos, meio de elaboração de conflitos. Dentro do campo pedagógico deu-se muita importância ao seu valor no desenvolvimento do sentido estético, da motricidade ou da inteligência.



Figura 7.4 – Criança com 3 anos e 2 meses

Em psicologia fazem-se testes de desenho para medir a inteligência e a personalidade. O desenho infantil reflecte o desenvolvimento maturativo da criança. Neste desenvolvimento está incluído o intelectual e o afectivo, partes da personalidade do sujeito que não evoluem independentemente uma da outra, estão muito inter-relacionadas. Assim como uma pessoa inteligente pode melhorar os seus afectos assim como quando existe um desequilíbrio emocional pode dificultar o uso da inteligência, ou até mesmo bloqueá-la.

O desenho infantil já não é considerado por ninguém como algo que não chega à perfeição do adulto, mas sim como algo que se vê como uma forma original de pensamento e expressão de emoções.

Devido às diferentes experiências que o adulto e a criança viveram assim serão as expressões gráficas. Os valores que residem no desenho livre, que são muitos e de muita importância para o desenvolvimento da infância perdem-se e até podem converter-se no contrário, quando passam a cópias. A reprodução de modelos impostos não formam, mas podem até deformar ou incidir desfavoravelmente no desenvolvimento.

7.3. O que é o desenho para a criança?

Todas as crianças desenhavam sem ser preciso serem convidadas a fazê-lo. O desenho é um acto espontâneo que acontece na criança sem a influência por parte do adulto que será o modelo que esta querera imitar. A criança desenha e brinca de forma espontânea e natural. O desenho para a criança é uma forma de se divertir, é uma espécie de jogo, que vai permitir-lhe crescer e desenvolver-se. A criança com o desenho cria as suas próprias personagens o próprio ambiente, criando até histórias e personagens no seu imaginário.

Quando a criança cria um desenho, ela representa as suas emoções, os seus sentimentos e os seus desejos.

Através do desenho a criança transmite todas as emoções reproduzindo-a na folha de papel, enquanto que quando brinca com outras crianças, essas emoções por vezes não se percebem.

O desenho pode ser um meio de comunicação para a criança, ela desenha sempre para alguém, mais mo que esse alguém seja um “amigo imaginário”, servindo sempre para contar algo e estabelecendo, por vezes, diálogos. Todos os seus desenhos têm uma história, ou um acontecimento. Se lhe for dito que o desenho é para uma determinada pessoa assim será o seu desenho, visto que terá coisas diferentes para contar de acordo com a pessoa a quem o desenho se destina.

Quando a criança faz um desenho muitas vezes oferece-o aos pais e eles por vezes não os apreciam, o que para ela é um pouco triste, por isso é fundamental tentar perceber o que ela quer transmitir com ele. Daí que a responsabilidade do adulto seja tentar perceber o que a criança pretende transmitir com os seus desenhos.

Actualmente utiliza-se muito o teste de desenho para medir a inteligência da criança.
(17)

7.4. A IMPORTÂNCIA DO DESENHO NO CRESCIMENTO DA CRIANÇA

As crianças não são todas iguais, pelo que, as fases evolutivas do desenho podem variar um pouco consoante o processo evolutivo das crianças, no entanto passarão pelas mesmas etapas.

7.4.1. A Garatuja

No início, quando a criança começa a desenhar, ela pretende fazer apenas uma imagem. Nesta fase ela tenta imitar o adulto, tenta inclusive imitar a escrita, começa a fazer traços que se assemelham aos do adulto. Nesta etapa a criança pode realizar formas elementares, mas pode não haver nenhuma relação com um objecto em concreto. Os seus desenhos não têm qualquer concordância. A procura de uma semelhança da forma e da imagem só vai acontecer quando ela for capaz de fazer a separação desta semelhança.



Figura 7.5 - A garatuja

7.4.2. A passagem para o realismo fortuito

Nas imagens que as crianças vêem no dia-a-dia, quer na televisão, quer nas histórias, conseguem reconhecer traços que se parecem com determinados objectos. Nesta etapa a criança ainda continua fazer linhas simples sem intenção figurativa, consegue verificar que os adultos e outras crianças conseguem desenhar, mas pensa que ela não é capaz. Só quando verifica que desenhou algo que se parece com um objecto real é que se apercebe que também ela é capaz de fazer desenhos que se parecem com algo.

Ao desenhar dá já uma interpretação ao desenho, que pode parecer diferentes coisas.



Figura 7.6 - O realismo fortuito

7.4.3. O realismo falhado

Nesta fase a criança já sabe o que quer desenhar antes de começar a fazê-lo, ou seja, já poderemos chamar de desenho.

O realismo para a criança é muito importante nos seus desenhos, para ela quanto mais parecido com o real estiver melhor estará o seu desenho. Vai deparar-se com algumas dificuldades, um exemplo é o de ainda não conseguir controlar os seus movimentos embora a sua imagem mental em relação ao objecto que quer desenhar esteja bem clara na sua mente.

Conhece os detalhes todos do objecto que quer desenhar, mas não os põe porque no momento em causa esquece-se. Um exemplo disso é o desenho seguinte. A criança sabe que a pessoa tem orelhas mas esqueceu-se de as desenhar.



Figura 7.7 - O realismo falhado

A importância que determinados elementos têm faz com que ela esqueça, naquele momento, outros. Tenta dedicar toda a sua atenção aos elementos novos, neste caso os dedos das mãos.

Nesta etapa existe uma falta de proporção dos elementos do desenho e isso pode ver-se no desenho anterior em que os braços são muito maiores do que as pernas, assim como os dedos das mãos muito maiores do que os pés.

7.4.4. Realismo intelectual

Quando a criança consegue controlar o traço ela já consegue transpor para o papel o que lhe vai na mente, este realismo é diferente da do adulto, para a criança o ser parecido é ter todos os elementos reais, mesmo que não sejam visíveis.

Um exemplo disso é, por exemplo, quando uma criança desenha uma senhora grávida, o bebé dentro da sua barriga.

Quando um adulto comenta, de forma negativa o desenho, faz com que a criança não se exprima de forma livre.

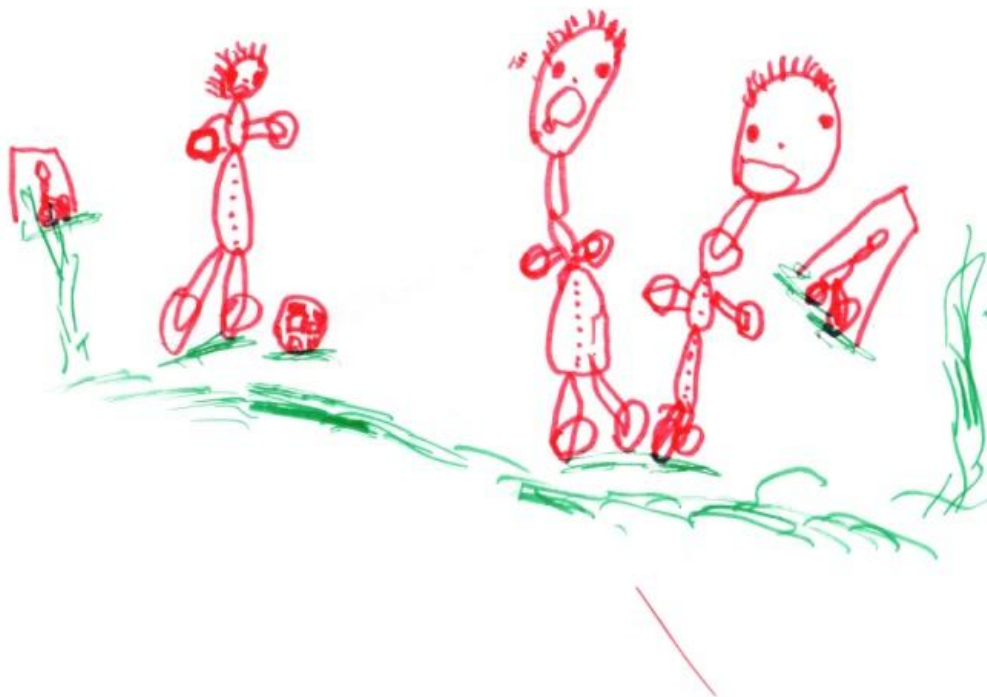


Figura 7.8 - O Realismo Intelectual

7.4.5. Realismo visual

Por volta dos 8 -9 anos os desenhos são vistos segundo um único ponto de vista, o que era transparente passa já ter um aspecto opaco, deixam os pormenores não visíveis do objecto. Nesta fase começam a elaborar-se desenhos a três dimensões em que o facto de os objectos estarem mais afastados torna-os mais pequenos e quando estão mais próximos serão maiores.

Nesta altura os desenhos já estão muito próximo da realidade e inclusivé começam a ser críticos com eles próprios. Nesta fase a criança descobre a cor e as formas de uma maneira que pode ser útil para exprimir a realidade do desenho.



Figura 7.9 - O realismo visual

7.5. O corpo humano para as crianças

A figura humana, é sem dúvida o tema preferido das crianças quando se trata de desenhar.

Todas as crianças passam por diferentes etapas na realização do desenho da figura humana e estas fases estão relacionadas com a idade e com a maturação. Quando desenhavam a figura humana desenhavam a imagem que cada um tem do próprio corpo e do meio social em que vive.

A criança desde muito pequena vai interiorizando a forma como se vê ao espelho simultaneamente e comparando-se com os outros. Machover diz “ a forma como se desenha a pessoa não depende só do grau de inteligência ou aptidão artística, mas nela influem factores afectivos e o equilíbrio da responsabilidade total.”

Reflectem-se de uma forma muito clara, as carências de afectos e atenção nas crianças. Quando uma criança tem atenção e os carinhos adequados a sua representação do corpo humano é muito completa, quando de alguma forma há carências nestes aspectos os seus desenhos são desorganizados.

O primeiro desenho da figura humana que se consegue identificar é um ser de círculo com dois olhos e uma boca.

O desenho do girino normalmente acontece por volta dos três anos de idade. Aqui, à forma redonda que antes representaria a cara, juntam-se uns riscos que simbolizam as extremidades. Nesta idade a criança percebe que começa a ter autonomia e tanto a nível do andar como da manipulação de objectos, nesta idade são bastante persistente quando querem algo.



Figura 7.10 - Menina, 3 anos



Figura 7.11 - Menino, 3 anos

Conforme vai crescendo assim também começa por acrescentar cada vez mais pormenores ao seu desenho, acrescentando orelhas, cabelo, pernas, braços. Nesta fase ainda não se faz a distinção entre cabeça e tronco. O tronco aparece como dois riscos verticais seguidos da cara.



Figura 7.12 - Menino, 3 anos e 6 meses



Figura 7.13 - Menino, 3 anos e 8 meses



Figura 7.14 - Menino, 3 anos e 9 meses



Figura 7.15 - Menina, 3 anos e 9 meses

Os dedos das mãos, normalmente aparecem quando elas precisam usar as mãos com mais precisão, dando-lhes nessa altura maior importância conseguindo colocar o número correcto de dedos.

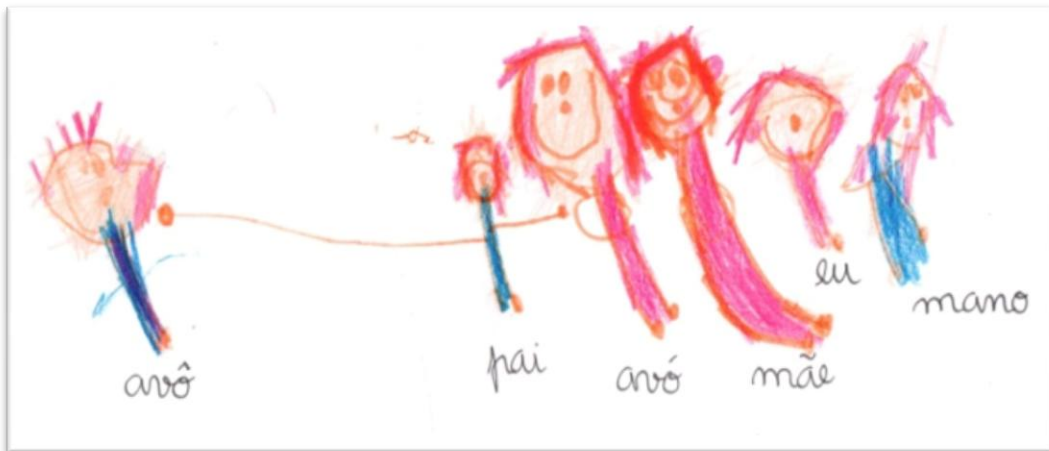


Figura 7.16 - Menina, 4 anos e 6 meses



Figura 7.17- Menina, 4 anos e 6 meses

O tronco aparece quando a criança começa a identificar-se como menina ou menino, usando o cabelo ou a roupa para fazer essa diferença. Ainda não tem por hábito desenhar os órgãos sexuais.



Figura 7.18 - Menina, 4 anos



Figura 7.19 - Menina, 4 anos

Por volta dos sete anos a criança começa a desenhar a figura humana já com pescoço. Nesta idade começa a compreender o ponto de vista dos outros. Nesta idade espera-se que ela deixe de se comportar como uma criança pequena e comece a controlar mais os seus impulsos, representando o pescoço e fazendo uma separação entre as emoções, representadas pelo corpo e a razão representadas pela cabeça.



Figura 7.20 - Menina, 5 anos



Figura 7.21 - Menino, 5 anos

Aos dez anos as imagens tornam-se mais representativas, os elementos da imagem corporal ligam-se de uma forma mais harmoniosa. A este período é designado latência. Nesta fase, valoriza-se o eu.



Figura 7.22 - Menina, 8 anos



Figura 7.23 - Menino, 8 anos

Na adolescência existe a crise da identidade, aqui existe a passagem do mundo infantil ao mundo adulto, como nesta fase vai entrar em crise com o próprio corpo, estes factores irão influenciar a imagem da figura humana. Os desenhos serão incompletos, podendo aparecer só bustos. (18)



Figura 7.24 - Menino, 11 anos

Quando passa a fase da adolescência os desenhos irão reflectir a imagem da figura humana de uma forma mais coerente.



Figura 7.25 - Menino, 15 anos



Figura 7.26 - Menino, 15 anos

8. CONCLUSÃO

Os avanços do conhecimento científico e tecnológico reflectem-se na sociedade, influenciando-a profundamente e, inevitavelmente, influenciam a escola. Novos e emergentes desafios são colocados aos professores, alunos e à restante comunidade educativa.

A visão é uma função perceptiva que se educa, isto é, não nascemos a ver mas aprendemos a ver. É o cérebro que faz uma interpretação das imagens que os olhos obtêm. A nossa percepção visual do mundo exterior é muito mais complexa do que na realidade parece. Os olhos formam na retina uma imagem bidimensional, contudo o que vemos é uma imagem tridimensional que é construída no cérebro, baseada nas características que descobriu e das nossas convicções sobre o que estamos a ver. Assim contrariando o censo comum, nem tudo o que se vê é verdadeiro, pois é possível enganar o cérebro, levando-o a uma interpretação equivocada das imagens que os olhos captam. O cérebro oferece-nos uma representação simbólica do exterior tendo em conta os aspectos particulares dos objectos. Podemos então concluir que os olhos são os sensores e o cérebro é o processador.

Em relação ao desenho, este ocupa um importante lugar, na medida em que se constitui como indicador do desenvolvimento maturativo e intelectual da criança.

Um outro aspecto a salientar é a sua capacidade em favorecer a actualização e a aquisição de conhecimentos. Com o objectivo de salientar a importância do desenho, foi proposta a representação da figura humana. Através da observação dos desenhos recolhidos, num universo de 30 crianças/jovens com idades compreendidas entre os três e os quinze anos, verificou-se, uma notória evolução do desenho com a idade.

Conclui-se que é possível observar-se a percepção visual da fase da criança e do adolescente e entender-se o desenvolvimento maturativo e intelectual, relacionado com o modo como o cérebro processa a imagem percebida do olho, através de desenhos por eles realizados.

9. BIBLIOGRAFIA

1. **químicas, Ministério da Educação Departamento de Educação Básica Ciências Físicas e. Orientações Curriculares. *Orientações Curriculares-3º Ciclo*. Junho 2001.**
2. ***www.helin32.com*. [Online] 5 de 2011.**
3. **Magalhães, Sandra Isabel Rodrigues.** Educação em ciências para uma articulação Ciência Tecnologia Sociedade e Pensamento Crítico. Um programa de formação de professores. 19, 2006, Vol. 2.
4. **Martins, Isabel P.** Problemas e perspectiva sobre a integração CTS no Sistema Educativo Português. *Revista electrónica de Enseñanza de las ciencias*. 1, Vol. 1.
5. **Celina Tenreiro Vieira, Rui Marques Vieira.** Construção de práticas didácticopedagógicas com orientação CTS: Impacto de um programa de formação continuado de professores de ciências do ensino básico. *Ciência e educação*. 2, 2005, Vol. 11.
6. **Cerezo, Sérgio Sanchez.** *Enciclopédia de Educação Infantil-Recursos para o desenvolvimento do currículo escolar*. Rio de Mouro : Nova presença, 1993.
7. **Rio, E.Gil del.** *Optica Fisiológica Clínica*. Barcelona : Ediciones Toray.S.A., Duero,6,08031, 1984.
8. aulas de física-química. *www aulas-fisica-quimica.com*. [Online]
9. *www.google.com/imgres?imgurl. www.micro.magnet.fsu.edu*. [Online]
10. **Carla Fachada, Paulo Morgado, Vera Lopes.** *Descobrir a matéria, ciências físicas e naturais*. s.l. : Areal.
11. *www.bing.com. roda das cores*. [Online]
12. portal do professor. *http://portal do professor.mec.gov.br*. [Online]
13. **Rodríguez, M.Margarida R.D. e Dias, Fernando Morão Lopes.** *Física e Química na Nossa Vida, Sustentabilidade na Terra*. s.l. : Porto Editora.
14. **Ilídio Sardocera, Álvaro Salgado.** *A Psicologia da Visão (O olho e o cérebro)*. Porto : Bivlioteca Universitária Inova.
15. **Machado, Fernanda de Moraes.** O desenvolvimento da Criatividade e percepção visual.
16. **Figueiredo, Ana.** *A criança e o desenho*. s.l. : Circulo de Leitores, 1980.
17. *www.revistasusp.sibi.usp.br*. [Online]

18.

http://bp3.blogger.com/_v3cM22mdELU/R_ekmM1K6il/AAAAAAAAAGk/nYk8i6BtBkc/s400/Cone-response.png&imgrefurl=http://divulgarciencia.com/categoria/10-espectros-e-radiacoes/&usg=__E1ApyUA5H2WLNvPNrK_rYPowmqw=&h=252&w=400&sz=51&hl=en&start=10&zoom=1&tbnid=HTJWJd. [Online]

19. **Schwartz, Steven H.** *Visual Perception A Clinical Orientation*.

20.

http://kinhocohen.multiply.com/journal/item/4/TEORIA_DA_GESTALT_Ou_teor_da_forma. [Online]

21. **Ana Clara Mourão e ribeiro, Rosemary Campos Moura.**

22. **Pete, Ronnie.** Relação entre a realidade e a percepção da realidade. . 1992.

23. **Isabel Susana Sousa, Rui Castro Lobo, Francisco Carlos Rodrigues.** *Visualizar*. Lisboa : Texto Editores, 2006.

24. **Desconhecido.** <http://educacaode infancia.com>. *educacaode infancia*. [Online] 24 de 4 de 2011.

25.

http://www.prof2000.pt/users/ncm111/ccdi/tpfinal/percep%C3%A7%C3%A3o_visual.htm. *Prof2000*. [Online]