

DESENVOLVIMENTO DE APLICAÇÃO PARA DALTÓNICOS

RUTE MARINA FRANCISCO MARTINS

Mestrado de Design e Multimédia

Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Dissertação

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Design e Multimédia.

Orientador: António José Olaio Correia de Carvalho

Co-orientador: Fernando Jorge Penousal Martins Machado

Júri Arguente: António Manuel Sucena Silveira Gomes

Júri Vogal: Miguel Pedro Cerqueira Soares

RESUMO

Os indivíduos daltónicos possuem limitações na percepção visual, apresentando dificuldade em identificar e diferenciar determinadas cores. Esta anomalia pode dificultar o dia-a-dia destes indivíduos, impondo-lhes certas limitações, uma vez que podem não conseguir captar a informação disponibilizada. As restrições sentidas por um daltónico ao confundir-se na percepção das cores podem reduzir o seu bem-estar psicológico. Existem situações em que o conteúdo é ambíguo para a percepção visual de um daltónico e torna-se necessário um auxílio para poder diferenciar cores.

Deste modo é essencial compreender e contornar esta situação para melhorar a qualidade de vida dos daltónicos. Uma vez que não existe cura, um daltónico tem o problema de não poder ver as cores como um indivíduo normal. No entanto, é possível melhorar a sua vida se este poder ter a capacidade de distinguir as cores mesmo que não tenha a sua percepção correcta. Através de recursos tecnológicos é possível dar ao daltónico a capacidade de tornar as cores distintas, afastando a confusão de cores. Assim, esta dissertação apresenta uma aplicação que integrada neste conceito pode ser uma ajuda para contornar o problema, visando uma maior independência e acessibilidade visual aos daltónicos.

PALAVRAS-CHAVE: “aplicação para daltónicos”, “cores”, “daltonismo”, “distinção de cores”, “percepção visual”.

ABSTRACT

The colorblind individuals have limitations in visual perception, presenting difficulty in identifying and differentiating certain colors. This anomaly can make the day of these individuals difficult, imposing to them certain limitations, since they might not be able to capture the information provided. The constraints experienced by a colorblind to the confused in the perception of colors may reduce their psychological well-being. There are situations in which the content is ambiguous for visual perception of a color-blind and becomes necessary an aid to be able to differentiate colors.

In this way it is essential to understand and work around this situation to improve the quality of life of colorblind. Since there is no cure, a colorblind has the problem of not being able to see the colors as a normal individual. However, it is possible to improve your life if it is able to distinguish colors even if you don't have your correct perception. Through technological resources it is possible to give the color blind the ability to make the distinct colors, away from the confusion of colors. This dissertation presents an application that integrated in this concept can be a help to work around the issue, aiming at greater independence and visual accessibility for the colorblind.

CONTEÚDOS

RESUMO	iii
ABSTRACT	iv
1. INTRODUÇÃO	9
Propósito e contexto	10
Identificação do problema	11
Declaração de investigação	12
Objectivo do estudo	13
Metodologia	14
Contribuições	15
Limitações	16
Estrutura do documento	17
2. DALTONISMO	19
Funcionamento do olho	20
Definição de Daltonismo	22
Causas/Hereditariedade	23
Tipos de daltonismo	25
Monocracia	25
Dicromacia	26
Tricromacia anómala	27
Viver com daltonismo	29

3. FUNDAMENTOS E TERMINOLOGIA DA COR	31
O que é a cor	32
Teorias da cor	33
Teoria tricromática	33
Teoria das cores oponentes	34
Noções básicas da cor	35
Síntese cromática	35
Parâmetros da cor	37
A cor e o cérebro	38
Relevância da diferença das cores	40
4. ESTADO DA ARTE	43
Detecção do tipo de daltonismo	45
Teste das lãs de Holmgren	45
Anamaleoscópio de Nagel	45
Teste de Ishihara	46
Teste de Farnsworth 100 Hue	46
Simulação da visão daltónica	48
Técnicas de simulação	48
Aplicações de simulação	49
Reconhecimento de cor	50
Correcção e compensação de cores	52
Técnicas de correcção e compensação da cor	52
Aplicações para daltónicos	54

5. NARRATIVA VISUAL	55
Um dia na vida de Daniel	59
 6. PROPOSTA DA APLICAÇÃO	 71
Logótipo	73
Interface Gráfica da Aplicação	75
Início da aplicação	76
Manipulação da cor	77
Modo de vista	80
Definições	86
Outras funções	88
Novas funcionalidade	89
 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	 93
Síntese	94
Contribuições	95
Conclusão	96
Trebalho futuro	97
 REFERÊNCIAS	 99

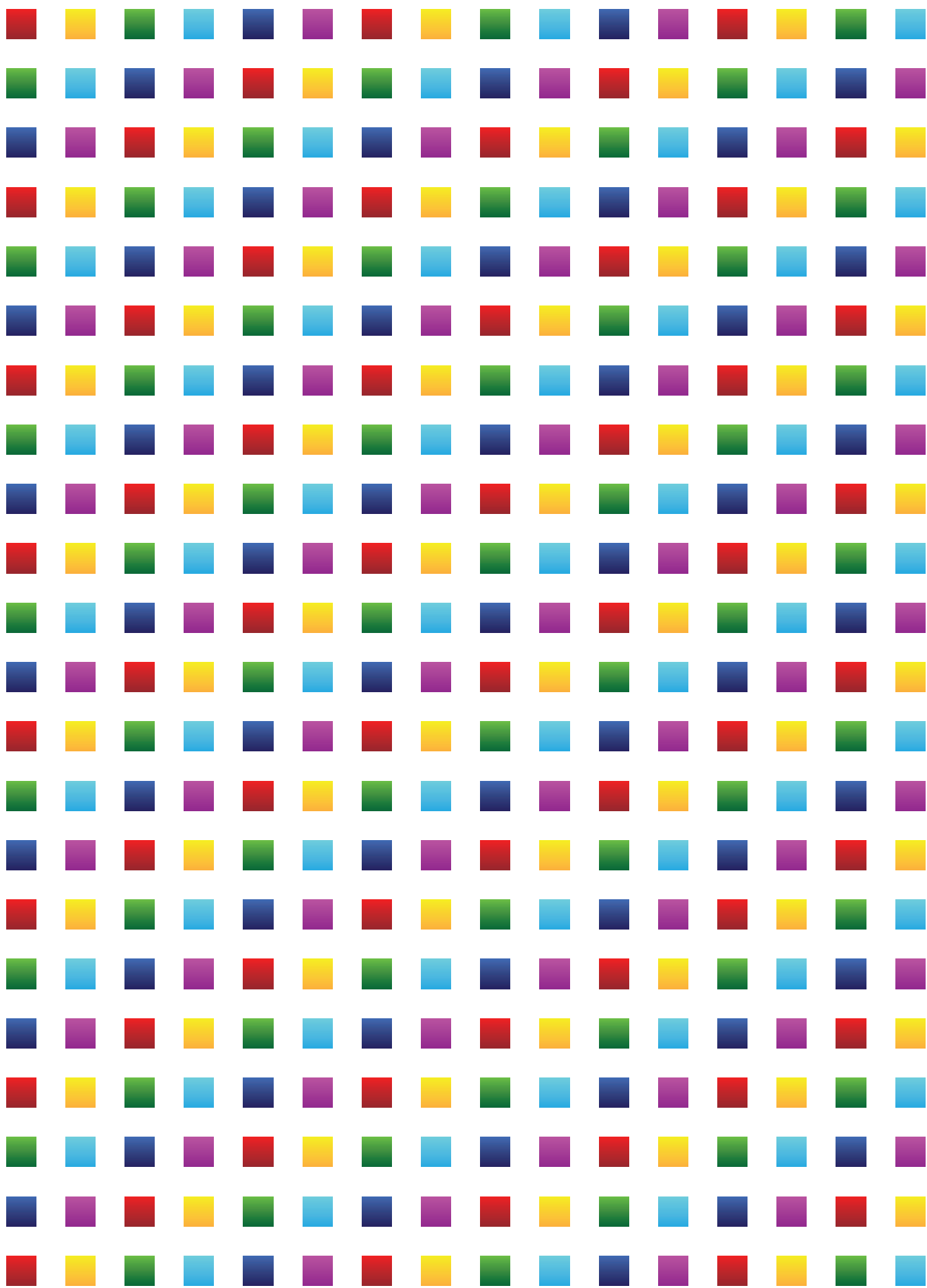
ÍNDICE DE FIGURAS

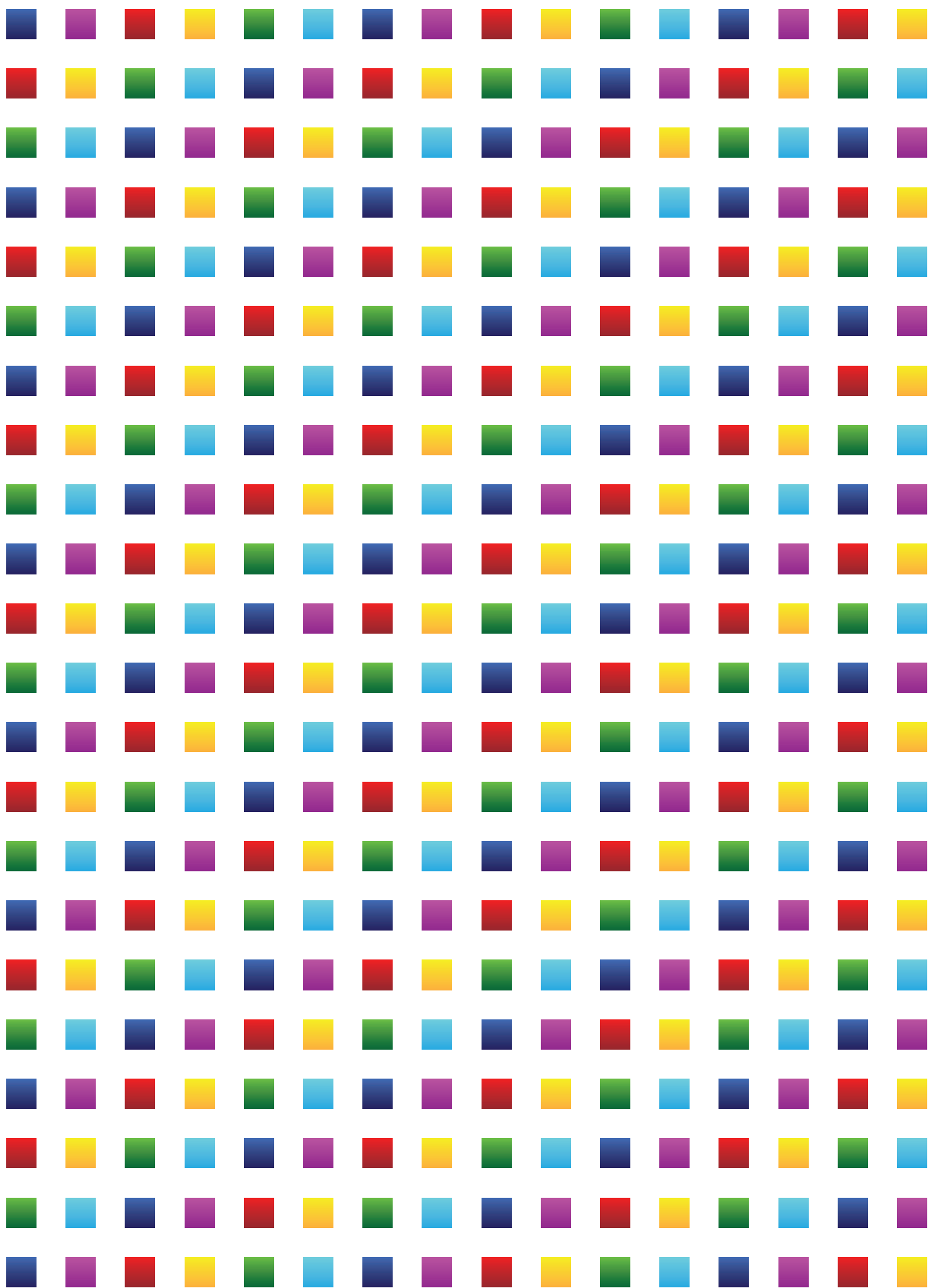
Figura 1. Anatomia do olho humano	20
Figura 2. Fóvea	21
Figura 3. Hereditariedade dos genes anómalos	24
Figura 4. Exemplo da Visão normal	28
Figura 5. Exemplo da Monocromacia	28
Figura 6. Exemplo da Protanopia	28
Figura 7. Exemplo da Protanomalia	28
Figura 8. Exemplo da Deuteranopia	28
Figura 9. Exemplo da Deuteranomalia	28
Figura 10. Exemplo da Tritanopia	28
Figura 11. Exemplo da Tritanomalia	28
Figura 12. Reflexão dos raios luminosos	32
Figura 13. Espectro visível	32
Figura 14. Teoria das cores oponentes	34
Figura 15. Síntese aditiva	36
Figura 16. Síntese subtrativa	36
Figura 17. Matiz	37
Figura 18. Saturação	37
Figura 19. Luminosidade	37
Figura 20. Exemplo da visão normal e da deuteranopia	41
Figura 21. Exemplo de dois cartões do teste Ishihara	47
Figura 22. Exemplo do teste Farnsworth 100 Hue	47
Figura 23. Interface da aplicação Chromatic Vision Simulator	49
Figura 24. Interface da aplicação ColorDetect	50
Figura 25. Interface da aplicação Chromatic Glass	53
Figura 26. Interface da aplicação Dankam	53
Figura 27. Ilustração de Glen Baxter	57
Figura 28. Processo do logótipo DALTOM	73
Figura 29. Tipografia Avenir	73
Figura 30. Duas versões do logótipo DALTOM	74

Figura 31. Tipografia Roboto	75
Figura 32. Efeito dos ícones	75
Figura 33. Início da aplicação	76
Figura 34. Layout da aplicação	78
Figura 35. Exemplo da manipulação da cor	79
Figura 36. Teste da manipulação da cor	80
Figura 37. Demonstração da mudança das cores consoante o filtro	82
Figura 38. Exemplo de texturas	84
Figura 39. Texturas para a diferenciação de cores	84
Figura 40. Layout da escolha do modo de vista da aplicação	85
Figura 41. Layout das definições da aplicação	86
Figura 42. Layout das definições da aplicação	87
Figura 43. Layout de outras opções da aplicação	88
Figura 44. Simulação da aplicação em smartphone Android	90
Figura 45. Simulação da aplicação em smartphone Android	91

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Interpretação genotípica e respectivos fenótipos	24
--	----





1. INTRODUÇÃO



PROPÓSITO E CONTEXTO

A percepção visual tem um impacto preponderante na sociedade, onde o ser humano é rodeado de informação visual intensa em cromatismo. Nesta aquisição de informação, a cor tem uma grande importância proporcionando forte sensação pelo seu impacto visual. “A cor exerce uma acção tríplice: a de impressionar, a de expressar e a de construir” (FARINA, p13)¹, trazendo implícita em si uma forte estimulação no ser humano. No entanto, nem todos nós temos a mesma percepção da cor, podendo até induzir-nos em erros, frustrações e julgamentos, pois a cor pode ser um ponto fulcral na diferenciação das coisas. Este problema é um desafio a ultrapassar, encontrando soluções possíveis para as deficiências da visão, em que neste caso específico e focado pela cor, se aborda o daltonismo. “O daltonismo tem sido mais ou menos ignorado como uma deficiência que possui, de facto, um impacto na sociedade” (SOUZA, p28)², o que se reflecte numa questão pertinente para abordar.

A cor pode conduzir o olhar de um observador, pode destacar e até auxiliar, tendo um papel importantíssimo na visualização. Deste modo a consideração de uma solução para o daltonismo tem de ser oportuna. O daltonismo, que é a dificuldade de perceber ou distinguir cores é um problema que afecta muitos espectadores, podendo esta limitação visual levar a um desconforto psicológico afectando a liberdade e autonomia. Este é um problema que se pode contornar melhorando a relação que os daltónicos têm ao ver as coisas, possibilitando-lhes um maior bem-estar individual e social.

IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Este trabalho limita-se ao daltonismo, um problema para o qual ainda não existe cura. Também chamado de discromatopsia ou discromopsia, o daltonismo afecta, segundo estimativas, cerca 10% da população, o que para uma comunidade de igualdade é um problema que tem de ser objecto de estudo e considerado, referindo que esta imperfeição da visão manifesta-se maioritariamente nos homens. Existem três tipos de daltonismo: monocromacia, dicromacia e tricromacia anómala, e todos são susceptíveis do desconforto psicológico e da insegurança na interacção social.

Ao longo dos tempos, o daltonismo tem sido objecto de estudo na procura de uma solução através de teorias e na progressão de hipóteses. A dissertação examina aspectos teóricos, possíveis modelos e aplicações existentes. Os resultados das abordagens observadas são interessantes mas não vão ao encontro do ponto específico da dissertação.

A evolução tecnológica tem ajudado na resolução de certos problemas. A área do processamento de imagens digitais tem crescido significativamente e neste caso é uma mais-valia para a compreensão e possível correcção de imagens para daltónicos. Um daltónico pode ter dificuldade em extrair informação do que vê, sendo que a manipulação ou processamento da imagem pode ajudá-lo a ter conhecimento dessa informação.

DECLARAÇÃO DE INVESTIGAÇÃO

O homem vive de sensações visuais, que podem ser oferecidas pela natureza ou por obras realizadas por si. A cor faz parte da visão e no que diz respeito à natureza, é algo inalterável. No entanto, no que se refere às obras produzidas por si, é o homem o responsável, e em certas situações não existe uma adequação para todos. A cor é parte integral de tudo o que nos rodeia e por isso deve ser tida em conta. É um valor de expressividade que se torna num elemento importante na transmissão de conteúdos, mas se esta for a única forma de diferenciar ou destacar algo, os daltónicos vão ter dificuldades. Os daltónicos conseguem ver as coisas mas têm dificuldade na leitura de certos elementos, ou seja: possuem uma barreira. Se no dia-a-dia estes já se deparam com situações embaraçosas, e se muita da visualização apresentada não é compreendida por pessoas com este problema, é então necessário fazer com que as cores se possam modificar, de maneira a que os daltónicos consigam receber a informação pretendida. Este é o ponto de vista da dissertação, colocando em foque a importância da diferença das cores, tornando-as perceptíveis. Existe então uma concentração apenas para a distinção das cores, distanciando o significado e a cor exacta. Pois, se a pessoa possui deficiência na percepção de uma cor, ela nunca a vai ver, mesmo tomando conhecimento, por exemplo por terceiros, de qual é a cor correcta. Deste modo, é importante perceber como a diferença das cores nos afecta e nos faz perceber as coisas, criando assim possibilidades de entender e fazer ultrapassar esta barreira do daltonismo.

OBJECTIVO DO ESTUDO

Esta dissertação visa compreender e ajudar os daltónicos na distinção das cores, fazendo com que adquiram a informação de uma forma facilitada e imediata. Considera-se esta distinção por impacto visual e não por conhecimento ou significado da cor. Para tal o recurso a uma aplicação que facilite a diferenciação das cores, pode permitir mais autonomia e comodidade de visualização.

Tomando conhecimento do mundo visual e do daltonismo e promovendo e divulgando o tema, através de uma narrativa visual pretende-se compreender e conhecer melhor a visão de um daltónico. A comunicação do problema é feita através da demonstração de situações em que a distinção de cores é fundamental. A partir da observação da narrativa visual, um indivíduo de visão normal toma consciência do problema que se pretende comunicar. De seguida, propõe-se uma aplicação que possa ajudar a contornar o problema transmitido pela narrativa visual, ou seja, uma aplicação que possa diferenciar as cores dúbias, melhorando a qualidade de vida dos daltónicos.

O objectivo desta dissertação é especificar a importância da diferença das cores, melhorando a percepção visual de indivíduos daltónicos com o auxílio de uma aplicação móvel. Uma boa interface permite ao utilizador uma melhor compreensão e maior facilidade na utilização da aplicação. Para chegar ao objectivo da dissertação é necessário abordar os seguintes parâmetros:

- O conhecimento aprofundado do que é o daltonismo;
- O estudo das teorias e parâmetros da cor;
- A análise do estado de arte e a evolução das teorias, algoritmos e aplicações existentes;
- A comunicação da importância da diferenciação das cores;
- A realização de uma interface funcional que permita ao utilizador uma ajuda na distinção das cores.

METODOLOGIA

O procedimento metodológico divide-se essencialmente em duas partes, uma teórica e outra prática onde são empregues os conhecimentos teóricos. A parte teórica e todo o processo de conceptualização de como abordar o tema é o mais determinante. Primeiro é imprescindível a pesquisa referente a bibliografia de livros, artigos, teses/dissertações, reportagens, entrevistas e conteúdo da internet para a fundamentação teórica. Para tal abrange-se a visão, a teoria da cor e o daltonismo. Na visão é importante perceber como é percebida a informação visual. Na cor, foca-se a importância do seu impacto e todas as suas características na relação com as coisas, desde bases em teóricos e parâmetros básicos. Respectivamente ao daltonismo é preponderante perceber no que consiste esta dificuldade, procurando origens, causas, vantagens, desvantagens e diferentes tipos. Nesta parte teórica é também importante uma base de exemplos, de maneira a expressar a ideia. Alcançadas as referências mencionadas, é tido em conta um conhecimento minucioso dos pontos-chaves e assim é possível chegar a uma consciência do que é preponderante. De seguida é feita uma análise ao estado da arte, direccionada para aplicações existentes para daltónicos. A partir do conhecimento adquirido é comunicado o problema através da realização de uma narrativa visual. A conceptualização do propósito e desenvolvimento da aplicação é o passo posterior, sendo este trabalho prático uma possível solução do conteúdo e processo elaborado. Por fim é feita uma síntese de todo o processo desenvolvido e apresentação de conclusões obtidas.

CONTRIBUIÇÕES

O conceito da aplicação visa melhorar a qualidade de vida de um indivíduo daltónico. A acessibilidade proposta apoia-se na tecnologia para um possível contorno do problema, contribuindo para uma melhor intrusão dos daltónicos na sociedade.

A aplicação conta melhorar a qualidade de vida de um indivíduo daltónico, contribuindo para uma melhor intrusão dos daltónicos na sociedade. Este é um problema para o qual é preciso ter atenção. Uma recolha e análise de informação e a boa comunicação deste problema pode ser uma mais-valia para este tema. Com o intuito de aprofundar o conhecimento nesta área e compreender esta necessidade, a inclusão do design neste tema é evidente. Este é mais um contributo para recolher informação e tentar superar um obstáculo na vida diária de certos espectadores. Não existe muita documentação bibliográfica desta questão do daltonismo, no entanto já existe a preocupação e a preponderância deste problema. Uma recolha e análise de informação podem ser uma mais-valia e um armazenamento de dados úteis para este tema.

A principal contribuição desta dissertação é apresentar uma hipótese consistente para os daltónicos conseguirem diferenciar as cores. Outras contribuições podem ser mencionadas, como a identificação de vários parâmetros que influenciam a diferenciação das cores, bem como a análise e especificação do estado da arte.

LIMITAÇÕES

A investigação da dissertação menciona uma variedade de pontos que o tema do daltonismo abrange. Como tal foi feita uma busca desses vários pontos, mas a análise exaustiva remeteu-se inteiramente para a diferenciação de cores. Logo, campos de pesquisa como a identificação e a correcção de cores para daltónicos não estão inseridos nesta dissertação.

Os testes realizados foram efectuados com o auxílio da simulação da visão daltónica, não sendo por isso extremamente precisos.

Relativamente ao desenvolvimento da aplicação é de mencionar que a preocupação principal é o desenvolvimento da interface gráfica, considerando que a componente informática, ou seja, a possível implementação é um aspecto tido em conta.

ESTRUTURA DO DOCUMENTO

O documento realizado divide-se em sete capítulos:

O primeiro capítulo diz respeito à introdução, enquadra o tema, refere os objectivos e metodologias e a estrutura da dissertação. O segundo capítulo é referente à definição exacta do tema, em que explica o processo da visão e toda a definição sobre o tema do daltonismo. Seguidamente, no terceiro capítulo é descrita a teoria da cor, bem como todos os seus componentes, de forma a se relacionar a cor com o tema em questão. No quarto capítulo é apresentado o estado de arte. É feita a pesquisa e análise referente a métodos e aplicações existentes dentro do tema. Relativamente ao quinto capítulo, é iniciada a parte prática com a elaboração da narrativa visual que nos comunica e envolve no tema do daltonismo, do mesmo modo que estabelece uma linguagem a seguir. No sexto capítulo, é apresentada a interface gráfica de uma aplicação que permite a um indivíduo daltónico a possível diferenciação de cores. Por último, no sétimo capítulo são apresentadas as considerações finais e futuro trabalho.



2. DALTONISMO

FUNCIONAMENTO DO OLHO

A visão é um processo fortemente influenciado pelo olho, o qual recebe e transmite informações para o cérebro para serem interpretadas. Para uma melhor percepção, a estrutura do olho humano (ver figura 1) pode ser comparada a uma máquina fotográfica. A luz que é reflectida por um objecto passa pela córnea e chega à íris. A íris, parte colorida do olho, é o que regula a quantidade de luz que entra no olho e faz aumentar ou diminuir a pupila que é a abertura circular que se encontra no seu centro. É através da pupila que os raios de luz entram, atravessando o cristalino que se ajusta mantendo a imagem focada sobre a retina. A retina é a camada mais interna do olho onde é retida a imagem que através do nervo óptico leva a informação visual até ao cérebro. É na retina que se encontram as células sensíveis à luz, os bastonetes que são responsáveis pela percepção da luminosidade e os cones que são responsáveis pela percepção das cores.

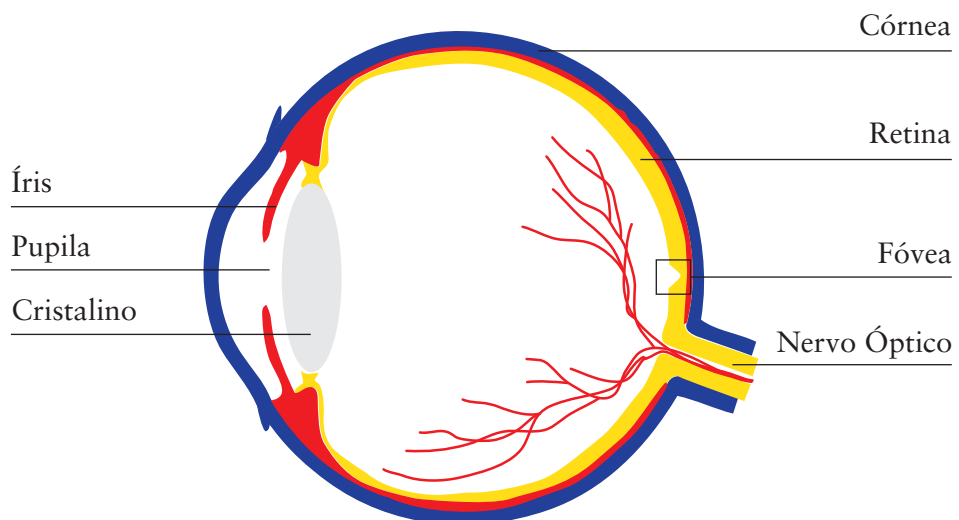


Figura 1. Anatomia do olho humano

A fóvea (figura 2), região central da retina, é onde abundam os cones, enquanto os bastonetes se dispersam pela retina (excepto na fóvea). Os cones, entre seis e sete milhões, são células sensíveis à luz cromática e dividem-se em três tipos:

- Os cones sensíveis a comprimentos de onda longos, ou seja, cones sensíveis ao vermelho, são designados Protan ou L (Long).
- Os cones sensíveis a comprimentos de onda médios, ou seja, cones sensíveis ao verde, são designados Deutan ou M (Medium).
- Os cones sensíveis a comprimentos de onda curtos, ou seja, cones sensíveis ao azul, são designados Tritan ou S (Short).

É a partir da combinação dos três tipos de cones que o cérebro percebe todas as cores, como se pode verificar no próximo capítulo.

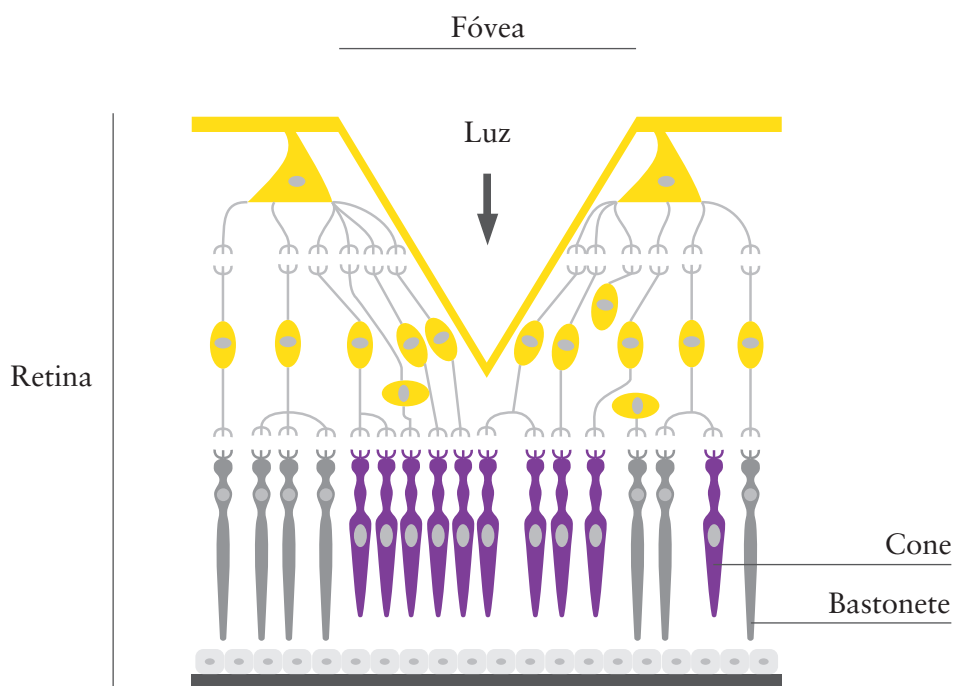


Figura 2. Fóvea

DEFINIÇÃO DE DALTONISMO

Daltonismo é um nome comum para a incapacidade de discriminar as cores. Designada também por discromatopsia ou discromopsia, é uma perturbação da visão, caracterizada pela incapacidade de reconhecer uma ou várias cores, manifestando-se pela dificuldade de distinguir cores. Esta perturbação tem por norma uma origem genética, mas há a possibilidade de esta resultar de lesões neurológicas ou lesões no campo respectivo à visão. Este é um problema que actualmente não possui cura, não há conhecimento de tratamento médico, mas continuam a existir avanços. Contudo, um daltónico é capaz de viver de um modo normal, se tiver o conhecimento de algumas limitações impostas pela sua visão. O daltonismo não é uma doença física, mas dificulta de algum modo e pode impossibilitar até, certas actividades do dia-a-dia, tendo em conta que a cor faz parte do vocabulário da visão. É difícil precisar o número de quantas pessoas daltónicas existem, pois não há estudos nem dados extensivos sobre o assunto e é um tema que os próprios daltónicos não falam muito. Estima-se que 8% a 10% da população mundial seja daltónica, e dessa percentagem menos de 1% é atribuído às mulheres.

Um daltónico tem o problema de ver as cores como as pessoas de visão normal, não quer isto dizer que sejam cegos. Estas pessoas tendem a confundir algumas cores e outras não as vêem de todo. Existem diferentes casos, uns mais comuns e outros muito raros.

O daltonismo é referenciado desde o século XVIII, em que em 1798, John Dalton³, apresentou uma descrição da anomalia que ele próprio tinha, referindo a sua incapacidade na distinção de cores, especificamente entre o verde e vermelho.

CAUSAS / HEREDITARIEDADE

Maior parte das pessoas daltónicas nasceu com este problema. Esta é uma deficiência hereditária, com a peculiaridade que atinge maioritariamente os homens. Este distúrbio é de carácter recessivo, ou seja, basta a presença de um gene normal para que o gene afectado não se manifeste, sendo que o gene responsável pelo daltonismo está associado ao cromossoma X. Uma vez que o homem possui apenas um cromossoma X, e a mulher possui dois, entende-se o porquê de este distúrbio se apresentar em grande maioria nos homens. Enquanto que um homem, dado que só tem um cromossoma X, é daltónico ao apresentar deficiência nesse gene, a mulher para ser daltónica tem de ter os seus dois cromossomas X afectados. No caso de ter apenas um cromossoma com defeito, o outro normal acaba por compensar, mas no entanto a mulher é portadora do gene mesmo este não se manifeste (Tabela 1). Assim para que uma mulher seja daltónica, o seu pai tem de ser daltónico e a sua mãe tem de ser também daltónica ou portadora do gene. Veja na figura 3 como é hereditário o daltonismo.

Sexo	Genótipo	Fenótipo
Masculino	$X_d Y$	Daltônico
	$X_D Y$	Normal
Feminino	$X_d X_d$	Daltônica
	$X_D X_d / X_d X_D$	Normal
	$X_D X_D$	Normal

Tabela 1. Interpretação genotípica e respectivos fenótipos
 Genótipo - conjunto dos genes de um indivíduo
 Fenótipo - características da manifestação de um genótipo
 D - gene normal / dominante
 d - gene recessivo

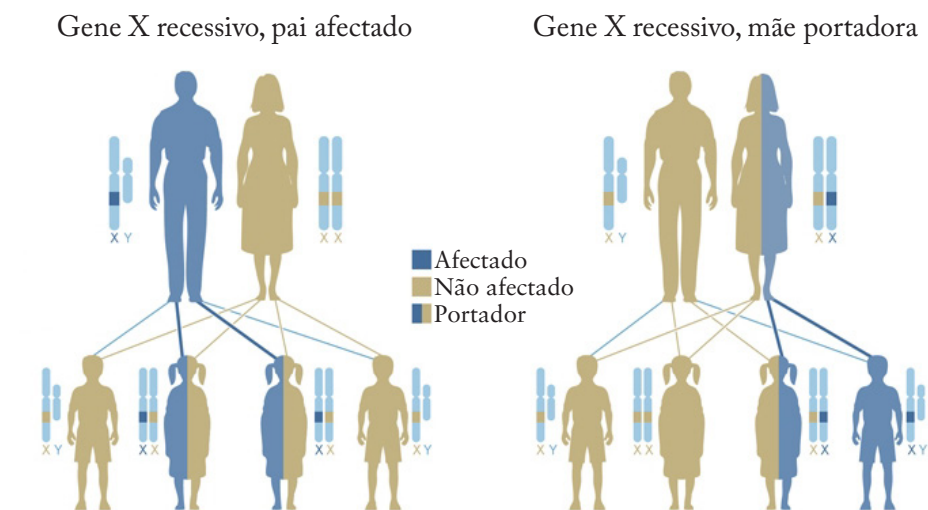


Figura 3. Hereditariedade dos genes anómalos
 Genetics Home Reference, <http://ghr.nlm.nih.gov/>

TIPOS DE DALTONISMO

O daltonismo é uma alteração do funcionamento da visão que provoca dificuldade em distinguir ou identificar cores. As células sensíveis e responsáveis pela percepção das cores encontram-se na retina e são chamadas de cones. Existem três tipos de cones e cada um é composto por pigmentos sensíveis a um comprimento de onda de luz. Generalizando, são os cones sensíveis ao vermelho, ao verde e azul, sendo que todos os outros tons derivam da combinação destas três cores.

A tonalidade é um ponto importante, pois é dela que depende o modo como cada tipo de cone é estimulado. Por exemplo, o vermelho é captado unicamente pelas células sensíveis a essa cor. Num daltónico, alguns desses cones podem não ser existentes ou existirem em número reduzido, assim a cor não é detectada correctamente ou a informação recebida não é a adequada. As pessoas com visão normal, a partir da mistura dos três cones, têm a capacidade de combinar as cores do espectro. Nos daltónicos, devido à ausência ou alteração do funcionamento dos cones, torna-se difícil identificar ou diferenciar as cores. Existem três tipos de daltonismo (dois deles com três variantes), como se pode observar nas figuras 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11. No caso de o indivíduo ser afectado na percepção de todas as cores, este é monocromático; se o indivíduo possuir apenas dois tipos de cones, é dicromático; se o indivíduo possuir os três cones mas perceber o tom das cores de maneira diferente é tricromático.

MONOCROMACIA

Os indivíduos com este tipo de anomalia, são identificados como acromatas, não identificando qualquer cor. Este é o tipo mais raro de daltonismo, atingindo um em 30 ou 40 mil pessoas. Os acromatas vêem a preto e branco, ou cinza, mas têm grande apuramento na visualização de variações de tonalidades. Eles podem mesmo ver detalhes, onde para outras pessoas poderiam passar despercebidos.

Nesta condição, os fotorreceptores ligados à visão nocturna permanecem intactos, mas os que são ligados à visão diurna são quase ausentes. Os indivíduos monocromáticos têm uma visão adaptada ao escuro. Os bastonetes (células da retina, além dos cones) são os responsáveis pela visão em condições de baixa luminosidade, tornando-se a principal fonte de visão para estas pessoas.

DICROMACIA

Dicromacia resulta da ausência de um determinado tipo de cone, ou seja, nesta circunstância o indivíduo possui apenas dois dos três tipos de cones. A dicromacia pode-se distinguir de três formas diferentes:

Protanopia

Ausência de cones vermelhos ou de comprimento de onda longo, o que designa a impossibilidade de reconhecer a cor vermelha. Os indivíduos desta classe não discriminam as cores no segmento verde-amarelo-vermelho do espectro e uma das possibilidades é não terem a certeza se vêem vermelho ou verde, podendo por exemplo referir que as cores são as mesmas ou que vêem dois castanhos diferentes. Na maioria das vezes o vermelho escuro pode ser visto como preto.

Deuteranopia

Ausência de cones verdes ou comprimento de onda intermédio. Designa a impossibilidade de identificar a cor verde, discriminando as cores do segmento verde-amarelo-vermelho do espectro. Os indivíduos desta classe têm dificuldade de lidar com o verde e muitas vezes com o vermelho. Podem reconhecer qualquer cor se as cores em questão forem contrastadas em boa luz e parecem ser aptos de discernir o vermelho do verde. São capazes de distinguir o vermelho de verde se estes de encontrarem num monte de papéis coloridos, mas se entregar apenas um papel com uma cor (verde ou vermelho) torna-se confuso e terão dificuldade em responder.

Tritanopia

Ausência de cones azuis ou comprimento de onda curto que designa a impossibilidade de discriminar a faixa de segmento azul-amarelo do espectro. Os indivíduos desta classe não vêem esta cor azul, são-lhes completamente sensíveis. Esta é a causa da confusão entre azul e amarelo, podendo até ver o verde ou rosa de igual forma.

TRICROMACIA ANÓMALA

Tricromacia anômala representa os casos mais comuns de daltonismo. É referente aos indivíduos que possuem os três tipos de cones, no entanto existem em proporções diferentes e assim percebem os tons das cores de forma alterada. Esta é uma variante idêntica à dicromacia mas é mais atenuada. Também é distinguida de três maneiras diferentes:

Protanomalía

Resultante da mutação do pigmento sensível ao vermelho ou comprimento de onda longo. Um indivíduo com protanomia tem uma menor sensibilidade a esta cor fazendo que não lhe seja tão fácil distinguir o vermelho do verde como uma pessoa normal. As cores com comprimentos de onda mais longos tornam-se mais escuras, aproximando-as do preto.

Deuteranomalía

A Deuteranomalía resulta da mutação do pigmento sensível ao verde ou comprimento de onda intermédio. Um indivíduo desta classe tem uma menor sensibilidade ao verde fazendo com que tenham mais dificuldade em identificar essa cor em relação a pessoas com visão normal.

Tritanomalía

Resulta da mutação do pigmento sensível ao azul ou comprimento de onda curto. Impossibilita a discriminação de cores associadas ao azul e amarelo. A sensibilidade ao azul torna a identificação dessa cor de maneira alterada. É uma das variantes mais raras do daltonismo.

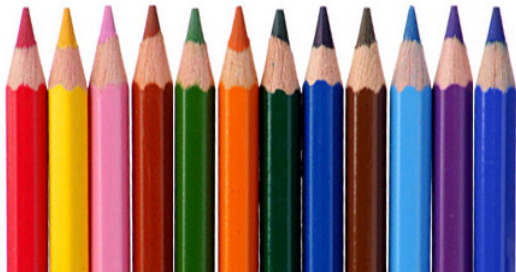


Figura 4. Exemplo da Visão normal



Figura 5. Exemplo da Monocromacia

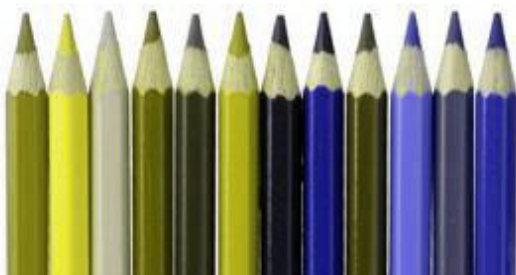


Figura 6. Exemplo da Protanopia



Figura 7. Exemplo da Protanomalia

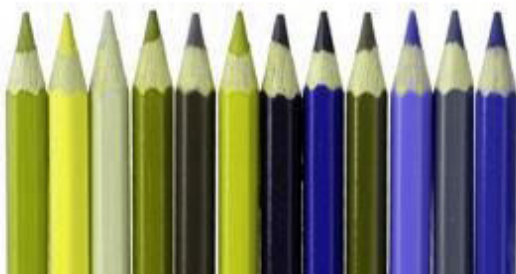


Figura 8. Exemplo da Deuteranopia



Figura 9. Exemplo da Deuteranomalia



Figura 10. Exemplo da Tritanopia



Figura 11. Exemplo da Tritanomalia

VIVER COM DALTONISMO

Os daltónicos podem apresentar logo na idade escolar os princípios da sua dificuldade de identificar as cores correctas. A identificação dos lápis de cor e a interpretação dos desenhos podem ser uma dificuldade. Nessa altura são os professores e os pais que devem ser atentos e ter a percepção de como a criança vê as cores para que o problema se possa tornar tranquilo de lidar. Mas a verdade é que o mundo é repleto de cores e na actualidade os daltónicos são impedidos de certas actividades, ou no seu dia-a-dia podem defrontar-se com certas dificuldades. Profissões ligadas à pilotagem de aviões, navegação marítima, decoração, moda, medicina, electrónica e muitas mais onde a cor pode ser um factor crucial, tornam-se interditas ou de difícil acesso para pessoas daltónicas. Mas é no dia-a-dia que se podem encontrar os maiores incómodos, aspectos em que a interpretação das cores é determinante. A captação visual do mundo que nos rodeia tem como uma das bases a cor, colocando nos daltónicos uma percepção imperfeita de muitas coisas implicando que estes por vezes recorram a ajuda. Mas é de ter em conta que grande parte destas pessoas mostra certa dificuldade de assumir e partilhar este problema.

Mas nem tudo são limitações. Na verdade um daltónico pode possuir vantagens em relação a pessoas de visão normal. Segundo dados de uma pesquisa feita por cientistas da Universidade de Cambridge, os daltónicos podem usufruir de uma visão mais aperfeiçoada de algumas cores. Uma outra situação é o facto de estes verem melhor à noite e a sua condição diferente permite ainda ver melhor uma camuflagem (descoberta esta, feita na 2ª Guerra Mundial, em que os daltónicos detectavam melhor elementos semiocultos). Deste modo há até quem refira que o daltonismo pode ser uma evolução das pessoas portadoras da visão normal.



3. FUNDAMENTOS E TERMINOLOGIA DA COR



O QUE É A COR

A cor é um fenómeno da luz. Por sua vez, a luz é uma onda electromagnética que possui diversos comprimentos e ao incidir sobre uma superfície esta reflecte nos nossos olhos. O sol, ou a luz branca, são a totalidade das ondas electromagnéticas visíveis. Cada comprimento de luz entre os 400 e 780 nanómetros (nm) dá-nos uma cor distinta, variando entre: vermelho, laranja, amarelo, verde, ciano, azul e violeta. Este conjunto de sete cores através da decomposição da luz branca é o espectro de luz visível.

Isaac Newton⁴ teve grande importância na compreensão física da cor. Foi o primeiro a descobrir que a luz é branca e composta por comprimentos de onda de diferentes tamanhos que correspondem a certas cores do espectro. Concluiu que a cor de um objecto é o resultado da reflexão dos raios luminosos (figura 12). A cor observada é a reflexão dos raios de luz que não são absorvidos pelo objecto. Dentro do espectro radiante (toda a energia electromagnética), a luz visível é apenas uma pequena parte dele (figura 13).

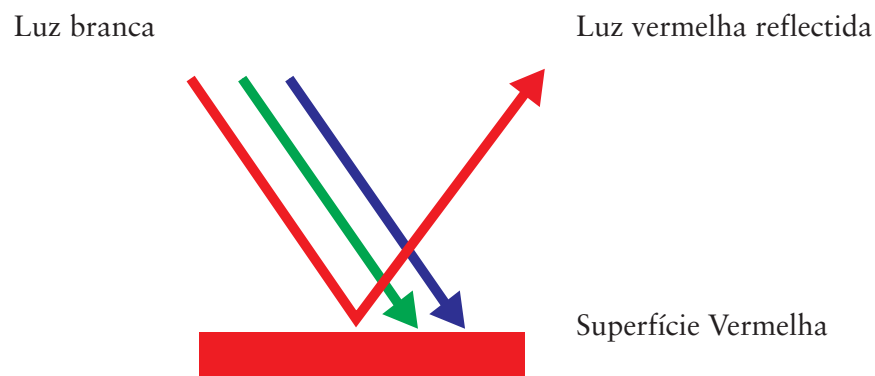


Figura 12. Reflexão dos raios luminosos

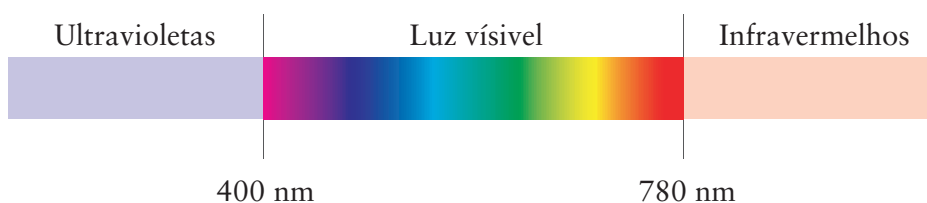


Figura 13. Espectro visível

TEORIAS DA COR

Até aos dias de hoje, dentro da temática da cor, muitas experiências e teorias foram feitas e apresentadas. Abrangendo campos como a física, antropologia e psicologia, a teoria da cor torna-se multidisciplinar.

Existem duas teorias fundamentais nos modelos neurológicos da visão da cor: a teoria tricromática de Thomas Young⁵ e a teoria das cores oponentes de Ewald Hering⁶.

TEORIA TRICROMÁTICA

Foi em 1802 que através de Thomas Young, a teoria tricromática teve o seu primeiro avanço. Mais tarde, a 1862 a teoria foi desenvolvida por Herman Helmholtz⁷. Young, defende que a cada uma das cores do espectro visível corresponde um diferente comprimento de onda. Defende também, que existem três tipos de fibras nervosas sensíveis à luz (vermelho, verde e azul) e que a diferente estimulação dessas fibras dá-nos a sensação da cor. Para Young, é através da mistura dos três feixes de luz que obtemos uma vasta escala de cores. Hermann Helmholtz, no seu tratado de 1862, prosseguiu as pesquisas de Young e comprovou a teoria: da percepção dos três receptores sensíveis à luz (vermelho, verde e azul), resulta a visão das diferentes tonalidades. A teoria passou a ser conhecida como teoria de Young-Helmholtz.

⁵ Thomas Young, 1773 - 1829, físico, médico e egiptólogo britânico

⁶ Ewald Hering, 1834 – 1918, fisiologista alemão

⁷ Hermann von Helmholtz, 1821 - 1894, médico e físico alemão

TEORIA DAS CORES OPONENTES

Ewald Hering foi o precursor da teoria das cores oponentes (ver figura 14). Hering defende que existem três canais que resultam de células neuronais que interpretam os impulsos eléctricos transmitidos ao cérebro, sendo que dois canais são cromáticos (azul/amarelo e vermelho/verde) e um acromático (preto/branco). Esta teoria explica por exemplo o facto de quando observamos uma luz branca durante um certo tempo e depois olhamos para outro sítio, o cérebro cria uma sensação de mancha preta, ou seja, existe um processo de compensação.

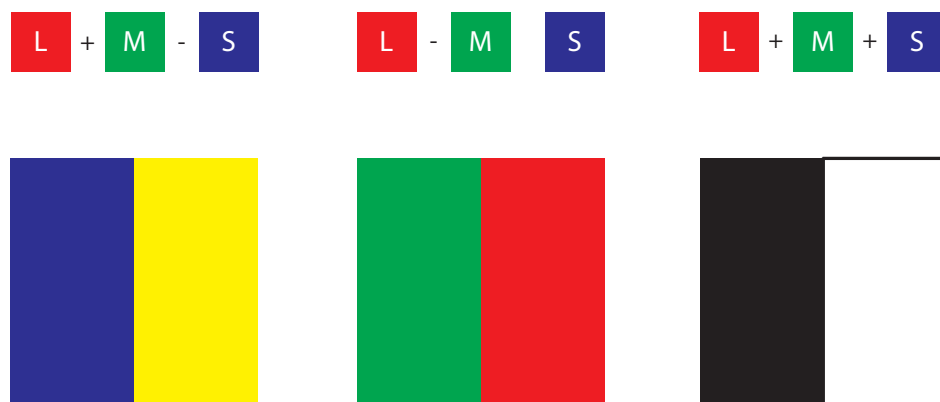


Figura 14. Teoria das cores oponentes

NOÇÕES BÁSICAS DA COR

As cores primárias são indecomponíveis e misturadas em diferentes proporções dão origem a todas as outras cores do espectro. As cores secundárias são as cores formadas a partir da mistura de duas cores primárias.

SÍNTESE CROMÁTICA

Existem dois tipos de sistemas com os quais se pode gerar o espectro de cores, a fim de conseguir reproduzi-las, sendo que as cores primárias e secundárias diferem de um método para outro.

Síntese aditiva

A síntese aditiva é obtida através da acção conjunta de luzes cromáticas, chamadas cores-luz. A combinação de todas as cores é o branco (figura 15). As cores primárias aditivas são o vermelho, verde e azul e as cores secundárias são o amarelo, ciano e magenta. A síntese aditiva é aplicada na televisão e monitores, sendo que o código RGB numérico provém de Red, Green e Blue (Vermelho, verde e azul).

Síntese subtractiva

A síntese subtractiva (figura 16), é obtida por corantes, cores-pigmento, que têm a capacidade de absorver a luminosidade. Se temos uma superfície branca, ao aplicar uma cor-pigmento sobre a superfície, ela vai subtrair a luminosidade, ou seja, absorve uma parte e reflecte outra. Esta síntese parte da máxima luminosidade, o branco, até atingir o preto, que é o índice máximo da absorção. Como os corantes não são totalmente puros, alguma luz é reflectida, o que nos faz ver uma cor cinza. Para corrigir este efeito é necessário o reforço da cor preta, o que origina o código CMYK, Cyan, Magenta, Yellow e Key (Ciano, Magenta, Amarelo e Chave, que representa a cor preta). A síntese subtractiva é utilizada em impressão e tintas.

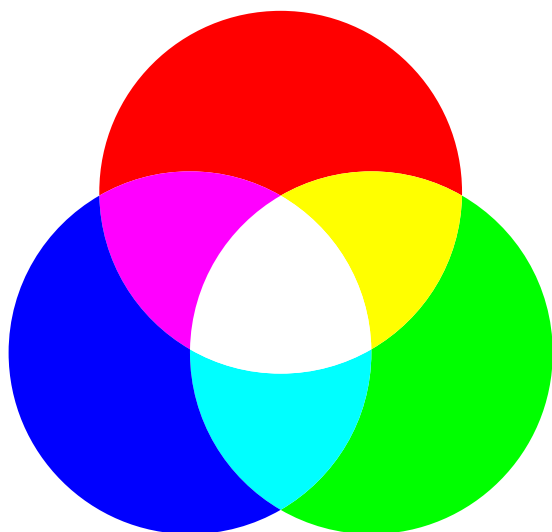


Figura 15. Síntese aditiva
 Cores primárias: Vermelho, Verde e Azul
 Cores secundárias: Magenta, Amarelo e Ciano

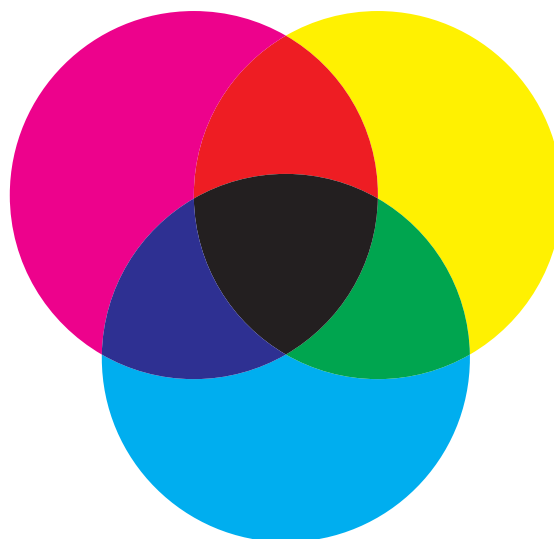


Figura 16. Síntese subtrativa
 Cores primárias: magenta, amarelo e ciano
 Cores secundárias: vermelho, verde e azul

PARÂMETROS DA COR

Na percepção das cores existem três parâmetros básicos concebidos por Albert Munsell⁸: a matiz, a luminosidade e a saturação.

Matiz ou Tom

É a própria cor, é a qualidade que distingue uma cor da outra, por exemplo vermelho, azul e amarelo.



Figura 17. Matiz

Saturação

Intensidade, grau de pureza da cor. É a força ou quantidade de cinza em relação à matiz. As cores menos saturadas levam a uma neutralidade cromática podendo chegar a um cinza absoluto, por outro lado, quanto mais intensa e saturada, mais carregada de expressão é a cor.



Figura 18. Saturação

Luminosidade ou Brilho

Índice de luminosidade da cor, determinada pelo quanto esta se aproxima do branco ou do preto. Qualidade que distingue uma cor mais escura de uma mais luminosa. Quando se acrescenta branco numa determinada cor, aumenta-se a sua luminosidade.



Figura 19. Luminosidade

Dos três parâmetros da cor, o brilho é diferenciado dos outros por descrever uma quantidade de luz e não uma qualidade. Ou seja, pode-se detectar diferentes variações do brilho em situações onde não existe cor; uma visão acromática pode ter diferentes luminosidades.

8 Albert Munsell, 1858 – 1918, professor de arte e pintor alemão

A COR E O CÉREBRO

A cor não possui uma existência material, é algo que existe apenas no nosso cérebro. A cor é o resultado de um processo neuronal, mais precisamente, é a sensação provocada pela luz na nossa visão. A percepção da cor é um fenómeno bastante complexo, *“a cor é uma informação visual, causada por um estímulo físico, percebida pelos olhos e decodificada pelo cérebro.”* (GUIMARÃES, p12)⁹.

As cores são um elemento importante na aquisição de conhecimento e percepção visual, pois podem identificar ou localizar um objecto.

Este fenómeno não depende então apenas do comprimento de onda de luz. A percepção da cor advém também do processo de identificação de objectos e do conhecimento adquirido anteriormente, levando o ser humano a não ter qualquer esforço ou consciência do processo da cor. Assim podemos qualificar e identificar cores, mas estas são inteiramente um resultado do nosso cérebro. *“Exemplificando, podemos citar o facto de um lençol branco nos parecer sempre branco, tanto sob a luz incandescente amarela como sob a luz violácea de mercúrio, quando em realidade ele é tão amarelo quanto a luz incandescente, quando iluminado por ela, como tão violáceo quanto a luz do mercúrio que o ilumina.”* (PEDROSA, p18)¹⁰. Ou seja, neste caso não assimilamos a diferença da cor e mencionamos o lençol sempre como branco por uma codificação do nosso cérebro. Este fenómeno, em que as cores nos aparentam ser similares mesmo sob uma iluminação diferente, dá-se o nome de constância da cor. A percepção que temos não é exactamente o que vemos, mas é sim um modelo de adaptação que simplifica a realidade à nossa volta.

Na comunicação não-verbal, a cor é um dos elementos mais imediatos. A cor pode representar pensamentos, emoções, pode chamar à atenção, pode ser factor de diferenciação e identificação, mas seja qual for o seu objectivo deve ser eficaz. Através da cor é possível organizar diferentes informações tornando-os imediatamente reconhecíveis, ou até mesmo tornar dados complexos fáceis de compreender.

Dentro desta temática, o mesmo acontece a um daltónico. A informação que chega até ao cérebro é diferente, mas existe uma mesma adaptação do cérebro, pelo qual muitos daltónicos se conseguem acomodar ao seu modo de vida. Por exemplo, existem daltónicos que não distinguem o vermelho do verde, mas referem as cerejas como vermelhas e as folhas como verdes, simplesmente por saberem essas qualificações por outros. Ou seja, pelo hábito, pela experiência a partir da convivência com pessoas de visão normal, sabem as devidas cores mesmo que não as vejam. Outro exemplo, é como os daltónicos conseguem distinguir as cores por estas terem um material, peso, quantidade diferentes. Se dois objectos forem do mesmo material mas um verde e outro vermelho, aos olhos de um daltónico estes permanecem iguais, ele não os consegue distinguir.

RELEVÂNCIA DA DIFERENÇA DAS CORES

“Que cor é esta?” é uma pergunta com que seguramente os daltónicos se deparam pessoalmente. No entanto o foco deste trabalho não visa dar a resposta a essa pergunta. Aqui pretende-se abordar a importância da distinção das cores, de como é fundamental para a visualização perceber a diferença entre as cores que nos são dadas. Neste exemplo, é notória a dimensão do poder da discriminação da cor: *“Uma bola que rola sobre um gramado pode ser localizada e apanhada com muito mais certeza se for identificada não apenas por seu movimento, configuração, textura e talvez claridade, mas também pelo vermelho intenso que a separa da grama verde.”* (ARNHEIM, p321)¹¹. Para um daltónico por mais que lhe digam que cor é, e mesmo que a consiga identificar, a verdade é que ele não a vê, não a percebe correctamente. Deste modo muitas coisas lhe podem ser ilegíveis. Segundo Sanz (1993 apud ALZATE et al, 1999, p45)¹², receber informação sobre o que nos rodeia e não apreender a essência da mensagem cromática é perceber o ambiente de maneira incompleta.

A interpretação de mapas de metro (figura 20) ou cidades não é facilmente perceptível, ao assistir um jogo de futebol pode ser confundível a cor dos equipamentos, na visualização de grafismos podem não ser reconhecidas cores em destaque, a internet pode ser uma experiência desagradável e um campo verde cheio de papoilas pode passar completamente despercebido.

Estes são apenas alguns exemplos que tomam como factor a diferença das cores, e que afecta os daltónicos apesar de para indivíduos com visão normal não haver qualquer constrangimento. Assim situações caracterizadas pelo cromatismo criam dificuldade na visualização dos daltónicos. Deste modo, é importante procurar uma melhoria que torne possível aos daltónicos um reconhecimento da diferenciação de tonalidades, para poderem adquirir este tipo de dados informativos e não meramente o conhecimento indicativo da cor. Actualmente existem progressos e várias sugestões de aplicações, como será abordado no capítulo 4, que tendem ajudar e melhorar a qualidade de vida de um daltónico.



Figura 20. Exemplo referenciado no projecto ColorAdd de Miguel Neiva. Do lado esquerdo a visão de um indivíduo com deuteranopia e do lado direito a visão normal.



4. ESTADO DA ARTE

O daltonismo é uma anomalia cuja cura ainda é procurada. Neste sentido, já se fizeram alguns progressos como, por exemplo, o uso de lentes, implante de lentes e óculos. De forma a enquadrar o âmbito desta dissertação, pretende-se descrever alguns estudos, investigações e aplicações que são fundamentais para conhecer estado da arte da investigação sobre o daltonismo e das formas de o enfrentar. Por outro lado, dada a escassez de divulgação, a sociedade precisa de tomar um maior conhecimento deste problema e conhecer o que pode ser possível fazer para o enfrentar.

Neste capítulo referenciam-se e descrevem-se testes de detecção do tipo de daltonismo, aplicações que simulam, corrigem e detectam cores, realçando as suas forças e limitações. Ao longo dos tempos têm surgido propostas de alguns algoritmos para possíveis respostas a estes problemas, e aplicações com o intuito de melhorar a qualidade de vida dos daltónicos. Além disso, as aplicações são integradas em dispositivos que hoje em dia são bastante utilizados, podendo criar um impacto diário na vida dos daltónicos, sendo exemplos os computadores e telemóveis.

DETECÇÃO DO TIPO DE DALTONISMO

Como já foi referido anteriormente, há vários tipos de daltonismo e para tal existem métodos que são utilizados para diagnosticá-los.

TESTE DAS LÃS DE HOLMGREN

O teste das lãs de Holmgren, é original de 1879 e baseia-se na teoria de Young-Helmholtz. Criado pelo Dr. Fithiof Holmgren¹³, o teste foi a primeira tentativa bem sucedida para padronizar a detecção do daltonismo. O teste consiste em separar porções de lãs, que são pintadas com cores ligeiramente diferentes. De seguida o observador deve agrupar esses fios de lã de modo a que estes façam uma sequência de tonalidade da cor pré-definida. Deste modo é avaliada a capacidade do observador na distinção das cores, em que a partir da discrepância da sequência elaborada é possível determinar o tipo de daltonismo.

ANOMALOSCÓPIO DE NAGEL

Anomaloscópio de Nagel foi um aparelho desenvolvido pelo oftalmologista alemão Willibald A. Nagel¹⁴, em 1907. É um teste de resultados rigorosos que objectiva diferenciar os tipos de daltonismo. Através de um aparelho, o indivíduo vê dois campos iluminados, em que um possui uma luz monocromática amarela padrão e o outro uma mistura de luzes monocromáticas vermelhas e verdes. Ao indivíduo cabe-lhe ajustar os dois campos, até igualar as tonalidades, alterando a intensidade das luzes verde e vermelha e a intensidade da luz amarela. Por este meio, através da comparação entre a tonalidade visualizada pelo indivíduo e a tonalidade real, pode-se classificar o tipo de daltonismo do qual o indivíduo é portador. Este teste tem a desvantagem de ser confuso de explicar para a maioria das pessoas e leva o seu tempo para se administrar correctamente. Por estas razões é utilizado em fins de pesquisas e não para diagnóstico diário.

¹³ Fithiof Holmgren, 1831-1897, fisiologista sueco

¹⁴ Willibald A. Nagel, 1870–1911, oftalmologista e fisiologista alemão

TESTE ISHIHARA

O teste Ishihara foi desenvolvido na Universidade Tokio, a 1917, pelo professor japonês, Dr. Shinobu Ishihara¹⁵. O teste consiste em vários cartões onde são representados círculos de diferentes tamanhos e diferentes tonalidades de cores, como é demonstrado na figura 21. No centro existe um número ou figura formado por círculos de tonalidades semelhantes, cuja identificação da forma é feita por um indivíduo de visão normal, mas um indivíduo daltónico não reconhece devido à sua incapacidade de distinção das cores. O teste completo tem várias combinações de cores para ser possível diagnosticar os diversos tipos de daltonismo.

O teste Ishihara é reconhecido como dos mais exactos e precisos na detecção de cada caso de daltonismo, sendo eles ligeiros, moderados ou mais graves. Hoje em dia é o teste mais frequente, em que no caso de se apresentar a crianças é adequado, alterando-se os números por formas geométricas.

TESTE DE FARNSWORTH 100 HUE

O teste Farnsworth 100 Hue foi elaborado pelo Dr. Dean Farnsworth¹⁶, a 1943, no departamento de Psicologia da Universidade de Nova York. Este foi projectado para situações de pesquisa, sendo utilizado pela indústria na avaliação e classificação das cores. O teste possui 85 papéis coloridos assentes numa base preta e consiste em ordenar as cores de forma consecutiva (figura 22). A ordem encontra-se numerada, mas o observador não tem acesso a essa numeração, tendo que colocar por disposição as cores, de modo a que estas fiquem ordenadas por degrade. Este processo é realizado mediante uma luz específica. É um método fácil de aplicar e eficaz para detectar as anomalias da cor no indivíduo.

Mais tarde em 1988, o mesmo teste foi implementado em monitor a cores e foram comprovados os mesmos resultados que o teste original. Este foi o primeiro passo da utilização da cor em aplicações gráficas digitais.

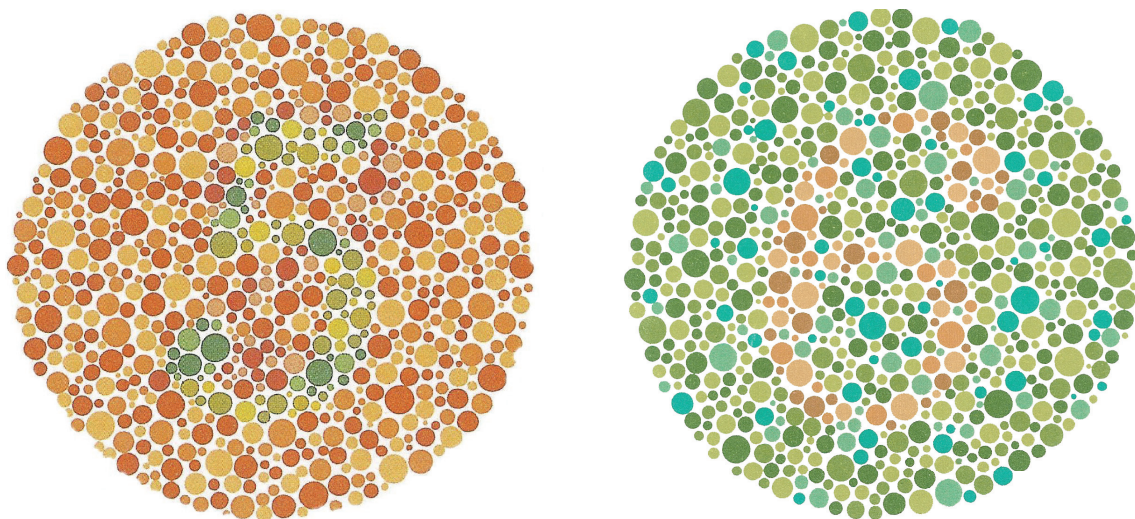


Figura 21. Exemplo de dois cartões do teste Ishihara



Figura 22. Exemplo do teste Farnsworth 100 Hue

SIMULAÇÃO DA VISÃO DALTÓNICA

De modo a que seja possível a uma pessoa normal puder ver uma imagem como vê um daltónico, foram propostos algoritmos dos quais se evidenciam os nomes de Hans Brettel¹⁷ e Cristine Rigden¹⁸. Actualmente já se tem acesso a simples aplicações que demonstram as várias simulações da visão daltónica. Estas ferramentas ajudam a entender melhor as dificuldades da percepção visual de um daltónico, contribuindo para a possível melhoria do tratamento dos dados visuais para estes indivíduos. Mesmo que não possamos ter as sensações de outra pessoa, a simulação é um meio de ilustrar e perceber as informações das cores vistas por um daltónico.

TÉCNICAS DE SIMULAÇÃO

Como é referido por Bernardo¹⁹, Hans Brettel é dos mais referenciados nas técnicas de simulação que existem. Brettel propôs um algoritmo que transforma uma imagem colorida, de modo a que seja simulada para uma pessoa de visão normal, a cor que os dicromatas (pessoa com dicromacia) vêem. A técnica baseia-se na gama de cores dos dicromatas e no seu mapeamento em dois semiplanos no espaço tridimensional LMS (Large-Middle-Short). O algoritmo substitui cada estímulo pela sua projecção. São aplicados testes rigorosos nos quais o observador responde se existe ou não diferença entre a imagem modificada e a original.

Posteriormente, em 1999, Cristine Rigden propôs outro método para a simulação de imagens visualizadas por daltónicos. Esta técnica tencionava ajudar os designers a evitar prejuízos para os utilizadores Web, e por isso baseia-se na alteração da paleta padrão de cores Web. Mais tarde, Rigden, fez ligeiras alterações. O processo consistiu no agrupamento de cores, divididas em cores frias e quentes, e depois subdivididas em termos de brilho. No entanto este método não foi testado por indivíduos daltónicos, e por isso é meramente teórico.

APLICAÇÕES DE SIMULAÇÃO

Color Oracle²⁰ é um simulador gratuito para os sistemas operativos Windows, Mac e Linux. Este simulador projecta uma suposta visão do daltonismo, dando a uma pessoa de visão normal a percepção da visão de uma pessoa com determinado tipo de daltonismo. A aplicação converte um filtro de cores no ecrã dependendo da opção que é indicada. Sempre que é alterado o conteúdo do ecrã é preciso ligar novamente o filtro. A deuteranopia, protanopia e tritanopia são as situações a que o Color Oracle se pode referenciar.

No mesmo sentido existe o Colorblind Web Page Filter²¹, que é uma aplicação Web em que basta colocar o link (URL) e seleccionar o filtro que é mostrada a janela com o ‘resultado’ das cores, vistas pelo método que foi seleccionado. Um dos pontos fortes é o facto de esta aplicação possuir diferentes filtros associados a todos os casos de daltonismo.

Seguindo um propósito idêntico, mas desta vez para dispositivos iOS e Android, referencio a aplicação Chromatic Vision Simulator²², figura 13. Esta é uma aplicação em tempo real que simula o tipo de visão dicromata, ou seja apenas implica a protanopia, a deuteranopia e a tritanopia. O ecrã pode-se dividir em dois ou quatro, mostrando a imagem normal e uma das visões da dicromacia seleccionada, ou as quatro em simultâneo.

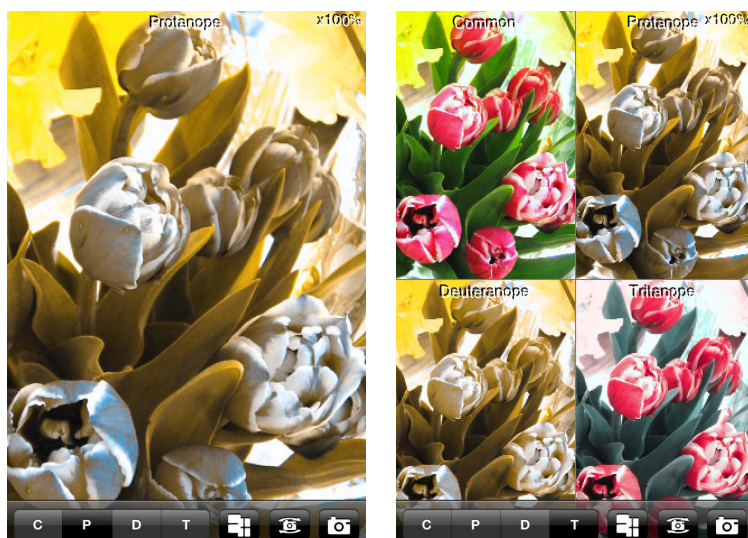


Figura 23. Interface da aplicação Chromatic Vision Simulator

²⁰ Aplicação disponível em: <http://colororacle.cartography.ch/>

²¹ Aplicação disponível em: <http://colorfilter.wickline.org/>

²² Aplicação disponível em: <http://asada.tukusi.ne.jp/cvsimulator/e/>

RECONHECIMENTO DA COR

Um daltónico não tem a capacidade total de reconhecer certas cores, e essa pode ser uma característica que afectará o seu dia-a-dia, em que a cor e o nome da cor têm influência em certas situações, tomando como exemplo o vestuário. Como já foi abordado anteriormente, estas são situações que podem ser constrangedoras para um daltónico. No entanto, existem também aplicações que podem melhorar esse aspecto e dar ao daltónico o conhecimento nominal da cor, uma vez que este não a consegue reconhecer.

ColorDetect²³, como é demonstrado na figura 24, é uma aplicação para iPhone que dá a possibilidade de detectar a cor. Através da realidade aumentada, é possível ver o nome e os valores RGB da cor assinalada. Esta aplicação pode ainda permitir (em iPhone 4), a activação da luz LED e assim detectar cores quando está escuro.

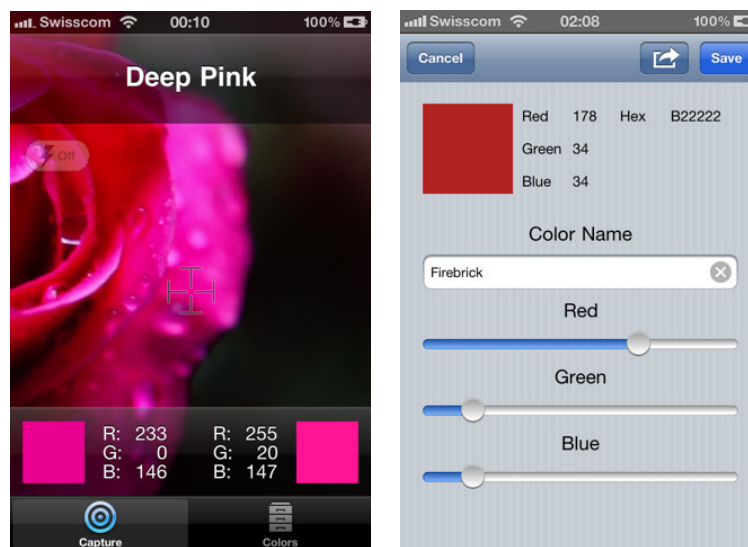


Figura 24. Interface da aplicação ColorDetect

Estes métodos de simulação e reconhecimento de cor, têm a sua importância no âmbito do conhecimento e curiosidade, tanto para as pessoas de visão normal que pretendem saber como é a visão de um daltónico, tal como para um daltónico que pretende saber a cor que está a ver e da qual não tem percepção. No entanto esta não é a preponderância exacta do trabalho. Entre a denominação de uma cor e a percepção da diferença de cores, o trabalho foca-se na segunda hipótese.

CORRECÇÃO E COMPENSAÇÃO DE CORES

Nesta análise é importante incluir os algoritmos e exemplos de aplicações que se aproximam mais no objectivo do trabalho. Assim, a procura de uma correcção ou compensação da cor, visando uma melhor diferenciação de cores para os daltónicos é um caminho mais preponderante para ajudar estes indivíduos na captação de pormenores e na melhoria da sua percepção visual.

TÉCNICAS DE CORRECÇÃO E COMPENSAÇÃO DA COR

Algumas técnicas foram abordadas para a alteração da cor e respectiva correcção, de modo a um indivíduo diferenciar melhor certos pormenores.

Giovane R. Kuhn²⁴, foi um dos investigadores que apresentou uma técnica inovadora. Enquanto anteriormente as técnicas para a correcção de cor se baseavam na alteração das cores originais, e daí ficarem aparentemente imagens pouco reais para daltónicos, G. Kuhn, preservou o máximo possível as cores originais. Esta técnica foi testada por indivíduos daltónicos, que preferiram as imagens modificadas com esta técnica do que as imagens reais.

Já em 2008, T. Ohkubo e K. Kobayashi²⁵, propuseram um sistema de compensação de cor para os indivíduos com daltonismo. A técnica consistia numa câmara CCD (Charged Coupled Device) para capturar, no processamento da imagem e num dispositivo HMD (Helmet Mounted Display), onde era feita a apresentação em tempo real. A imagem era capturada em RGB (Red-Green-Blue) e depois convertida para HLS (Hue-Lightness-Saturation), de maneira a que as diferenças da cor fossem melhoradas para um indivíduo daltónico. No tratamento da imagem apenas a tonalidade era alterada. A técnica foi testada por utilizadores daltónicos que notaram uma melhoria de cor na imagem simulada.



Figura 25. Interface da aplicação Chromatic Glass

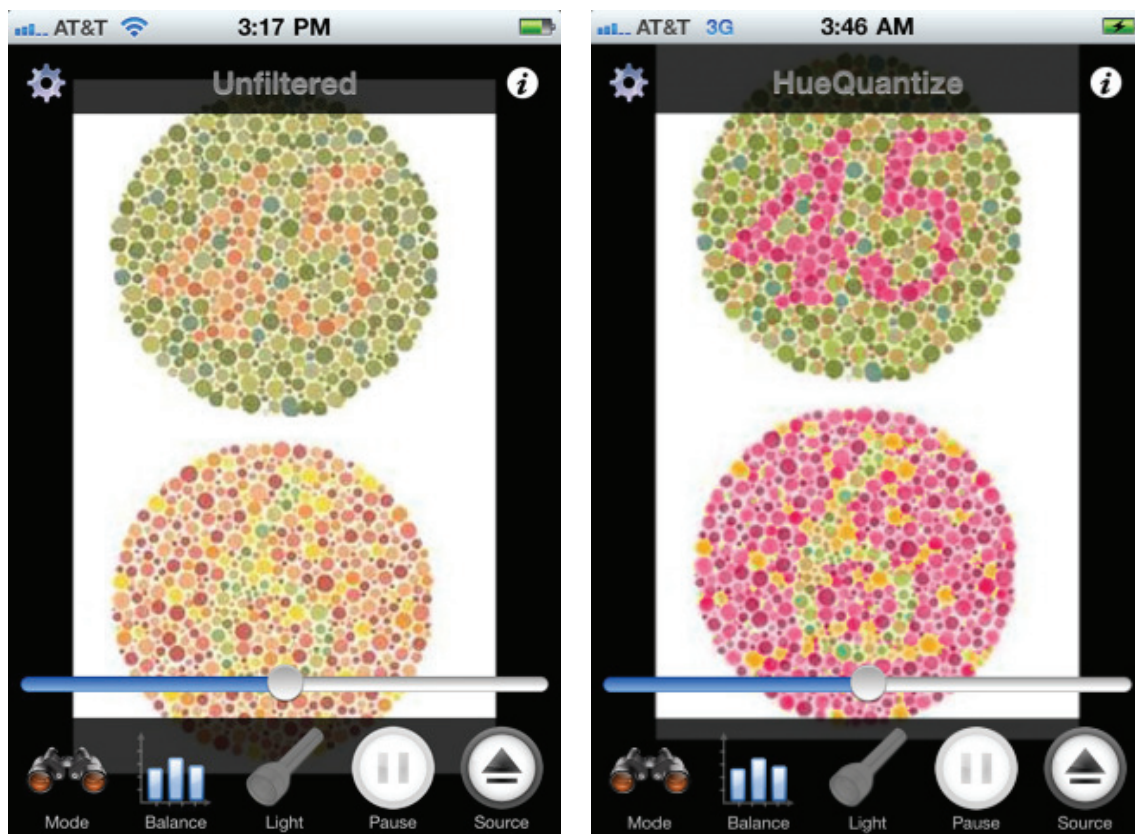


Figura 26. Interface da aplicação Dankam

APLICAÇÕES PARA PESSOAS DALTÓNICAS

Uma das aplicações criadas para daltónicos é a ferramenta Visolve²⁶. Este aplicativo é operacional em Windows, iOS e iPhone. Altera as cores através de filtros e pode até colocar texturas consoante a opção seleccionada. Visolve tem vários filtros que transformam o vermelho-verde, azul-amarelo e aumenta a saturação. Pode ainda filtrar por cores, escurecendo a cor pretendida e usar texturas para as cores. Todos estes processos tendem a facilitar a identificação e diferenciação das cores para os daltónicos. No entanto se o conteúdo do ecrã é alterado, é necessário fazer novamente a captura e a aplicação do filtro. No caso do iPhone os filtros são aplicados à imagem capturada, não em tempo real. Em casos mais específicos para iPhone e Android que utilizam a grandeza da imagem em tempo real, temos os exemplos Chromatic Glass²⁷ e Dankam²⁸. Estas são aplicações próximas do conceito e objectivo desta dissertação.

Chromatic Glass (figura 25) para iPhone é uma aplicação que ajuda os utilizadores a identificar cores e baseia-se na tecnologia da realidade aumentada para ajudar as pessoas com anomalia da visão de cores. A ferramenta ajusta o brilho e a tonalidade dos segmentos de cor em tempo real ajudando na diferenciação das cores. Chromatic Glass pode ter parâmetros pré-definidos ou até mesmo ser orientado pelo utilizador. No entanto as suas instruções acabam por se tornar um pouco técnicas. No caso da aplicação Dankam, esta é possível em Android e iPhone e pretende também ajudar os utilizadores a diferenciar cores que para eles sejam ‘invisíveis’. A aplicação altera as cores perante a situação seleccionada pelo utilizador, o que pode tornar a imagem vista pelo daltónico muito afastada da imagem normal. A tecnologia ainda é referenciada como experimental.

Os casos demonstrados são de facto ferramentas que ajudam a contornar um problema. O que se pretende com o desenvolvimento desta dissertação é encontrar uma solução mais concisa, adequada e acessível, para o processo da diferenciação das cores.

5. NARRATIVA VISUAL



Uma narrativa visual é uma ideia/história que nos é dada por imagens. Essas imagens têm o objectivo de provocar uma ideia de continuidade permitindo uma comunicação com o observador.

A narrativa desenvolvida pretende transmitir o mundo do daltonismo, mostrando a um indivíduo de visão normal, situações das quais não tem percepção. Através de uma sucessão de ocorrências diárias, a narrativa faz-nos pensar, questionar e tomar consciência da importância da diferenciação de cores, adoptando um ponto de vista psicológico. As próprias imagens mantêm uma autoconsciência na investigação sobre o daltonismo.

Para a possível percepção do contraste entre o mundo a partir da visão normal e o mundo a partir da visão daltónica, a recorrência à comparação foi a melhor solução. Deste modo o impacto é directo.

Assim, o conceito de design dentro do projecto, de uma realidade visual, tornou-se na finalidade a alcançar. Tomando já um vasto conhecimento do tema e com a delineação conceptual de querer transmitir a realidade de um problema a ultrapassar, a narrativa visual, suportando o projecto da dissertação estabelecendo uma linguagem, é pertinente na centralidade que o design de comunicação assume neste trabalho.

Foram analisadas estruturas, narrativas e ilustrações, em que desde logo foram delineados pontos fundamentais da linguagem a seguir: a simplicidade e o forte cromatismo. Nesta linha de pensamento as imagens produziram um efeito directo e preciso no observador. Para reforçar este processo existiu a necessidade de adquirir à imagem uma legenda, tornando a comunicação mais forte e precisa. Esta descrição da própria imagem (que contem as duas visões) evidenciou uma postura nonsense (“sem sentido”) em relação à vista daltónica. Enquanto lida a legenda, a par da vista normal, não acrescenta nada de novo pois é uma descrição da própria imagem. No entanto, a legenda, a par da vista daltónica, leva o observador a confrontar uma certa confusão, expressando uma certa incoerência que pode até tomar uma veia irónica e humorística. Assistimos então a um jogo de conexões e desconexões entre legenda e imagem. Finalmente, o peso da imagem com a legenda faz-nos reagir e perceber um mundo que até aqui não tínhamos reparado.

Esta postura de nonsense é encontrada com grande relevância no cartoonista Glen Baxter²⁹, que nas suas histórias profere declarações incongruentes, como demonstra a figura 27.

Numa última instância, na procura de um enquadramento de imagem - legenda, estabelece-se a simulação de uma Polaroid. Esta, além de possuir os elementos mencionados, é o resultado do impacto de um momento. O mesmo se remete à nossa visão e ao que aqui é pretendido: comunicar uma realidade visual. A narrativa visual é apresentada de seguida.

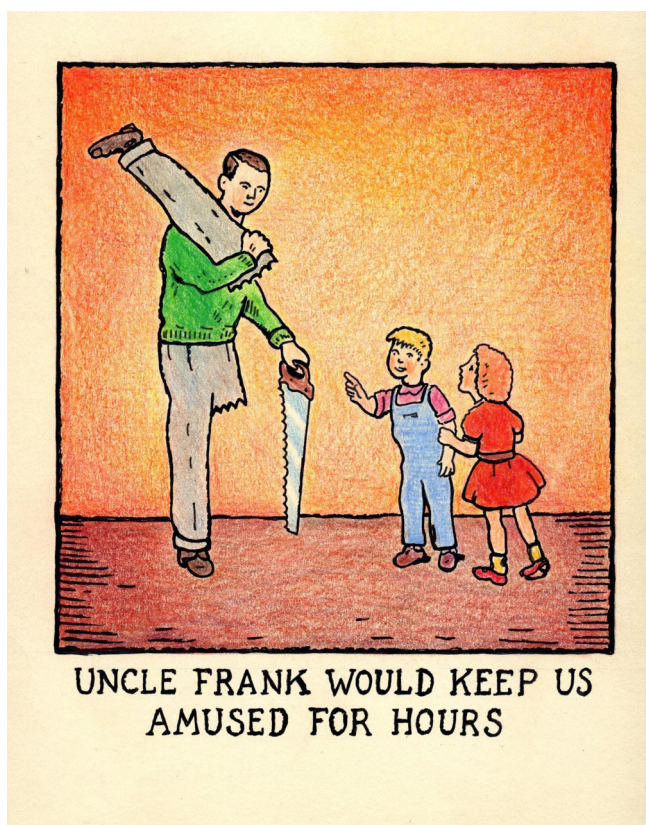
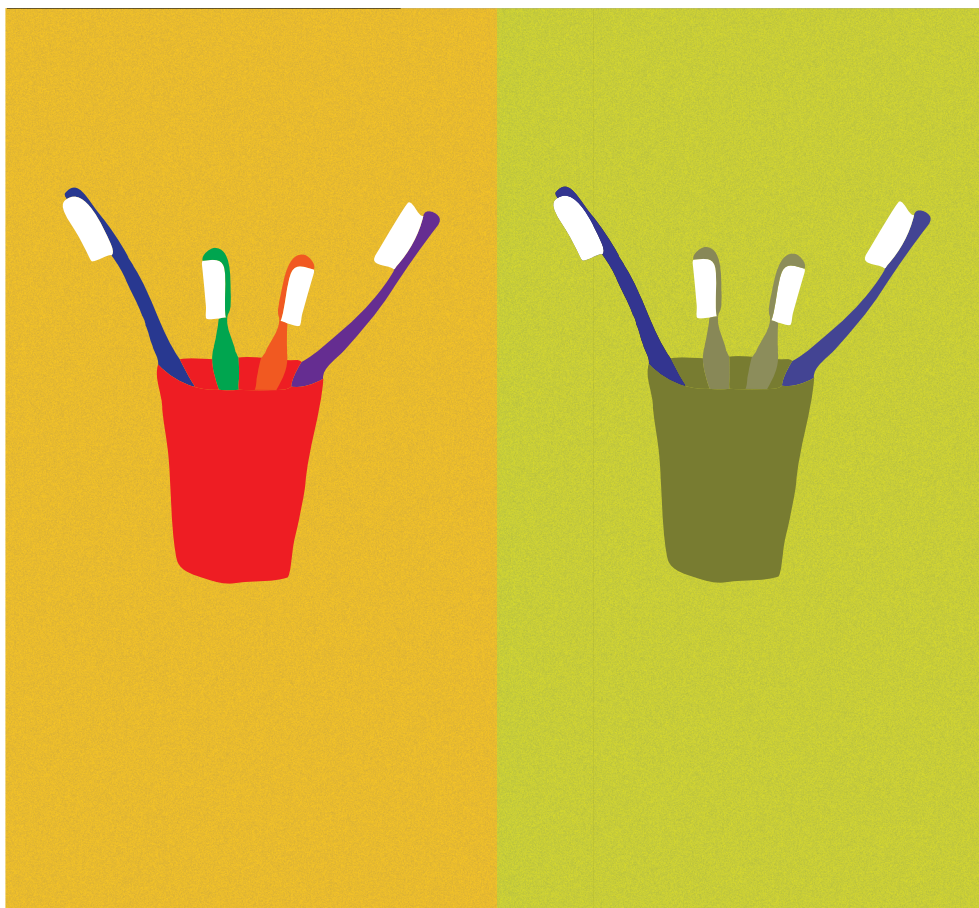


Figura 27. Ilustração de Glen Baxter

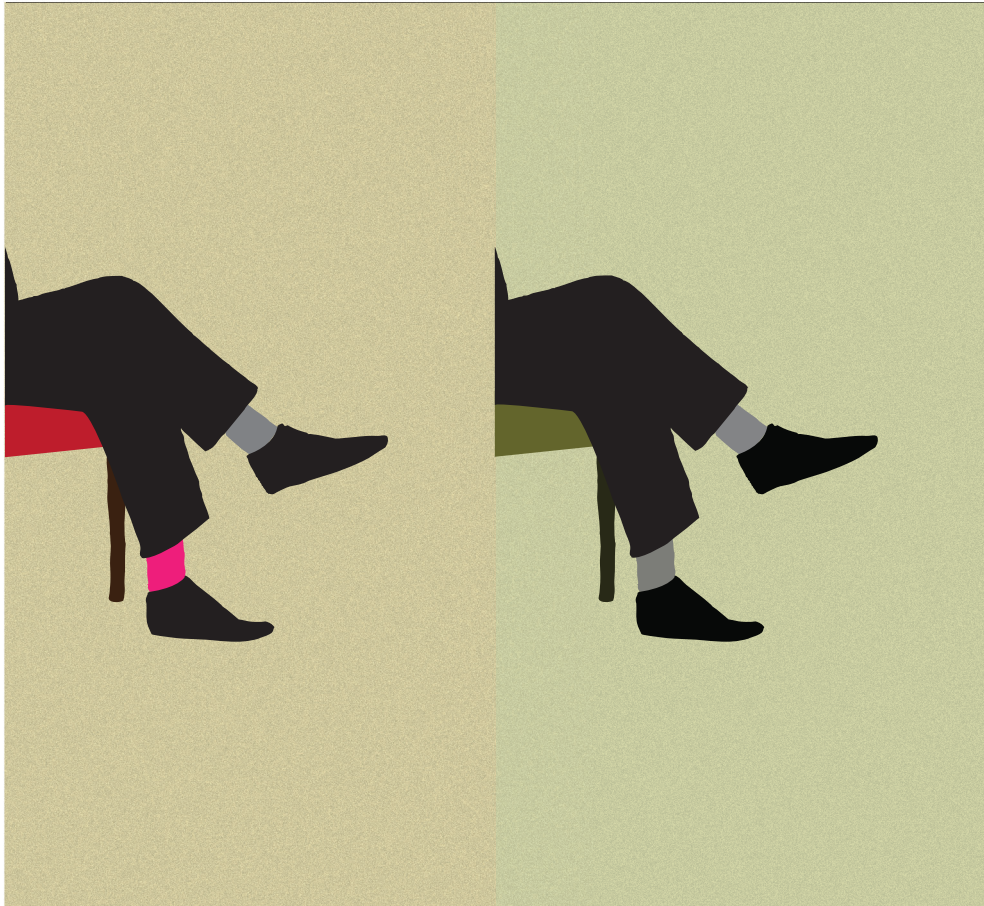


UM DIA NA VIDA DE DANIEL

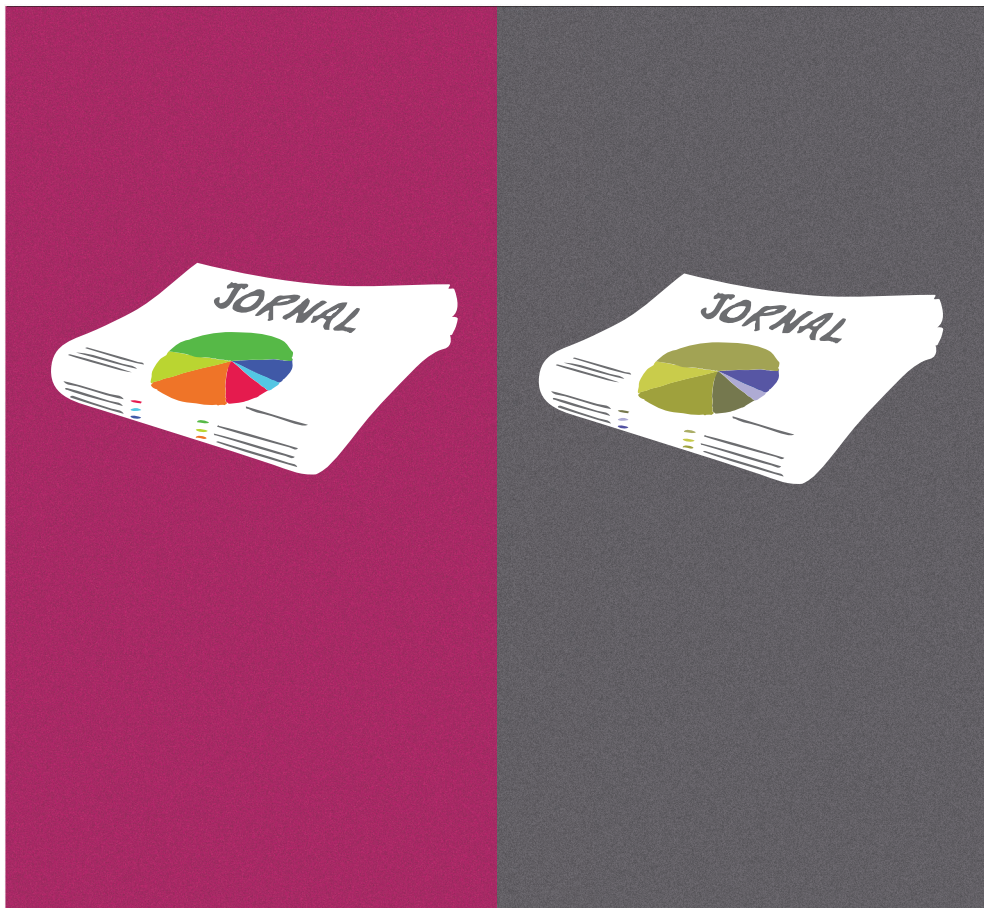
P.S. DANIEL É DALTONICO



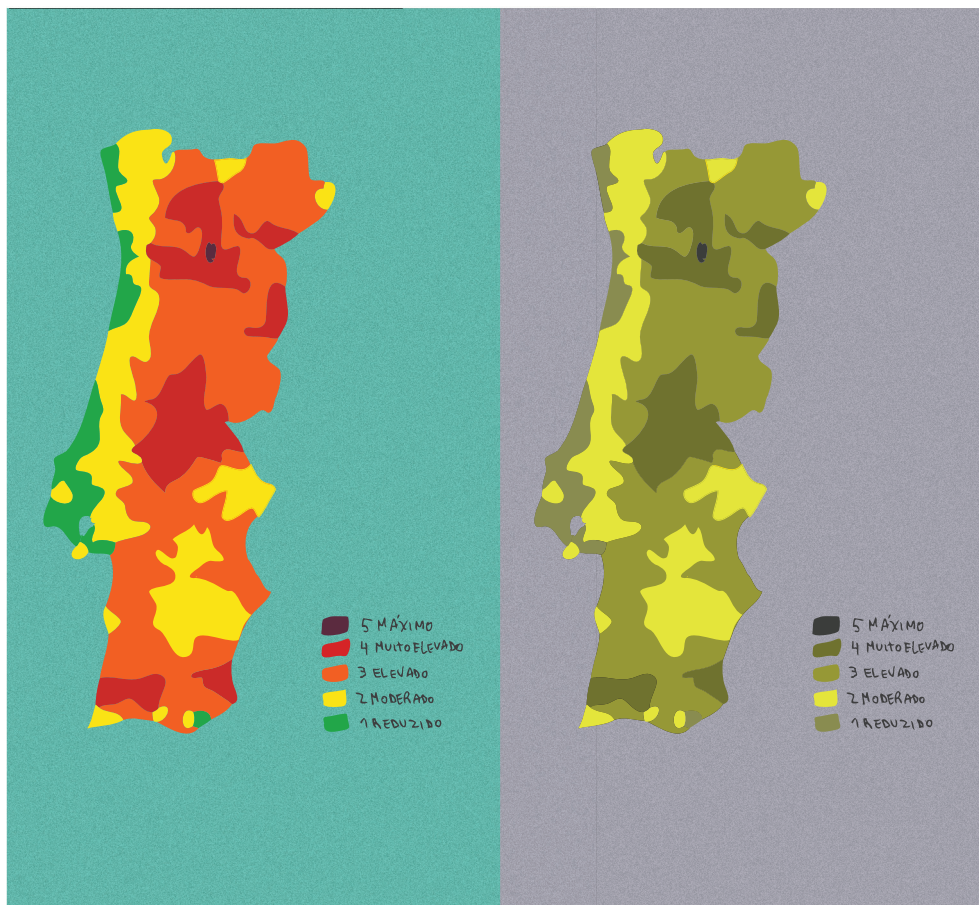
DANIEL TOMOU BANHO
E ESCOVOU OS DENTES



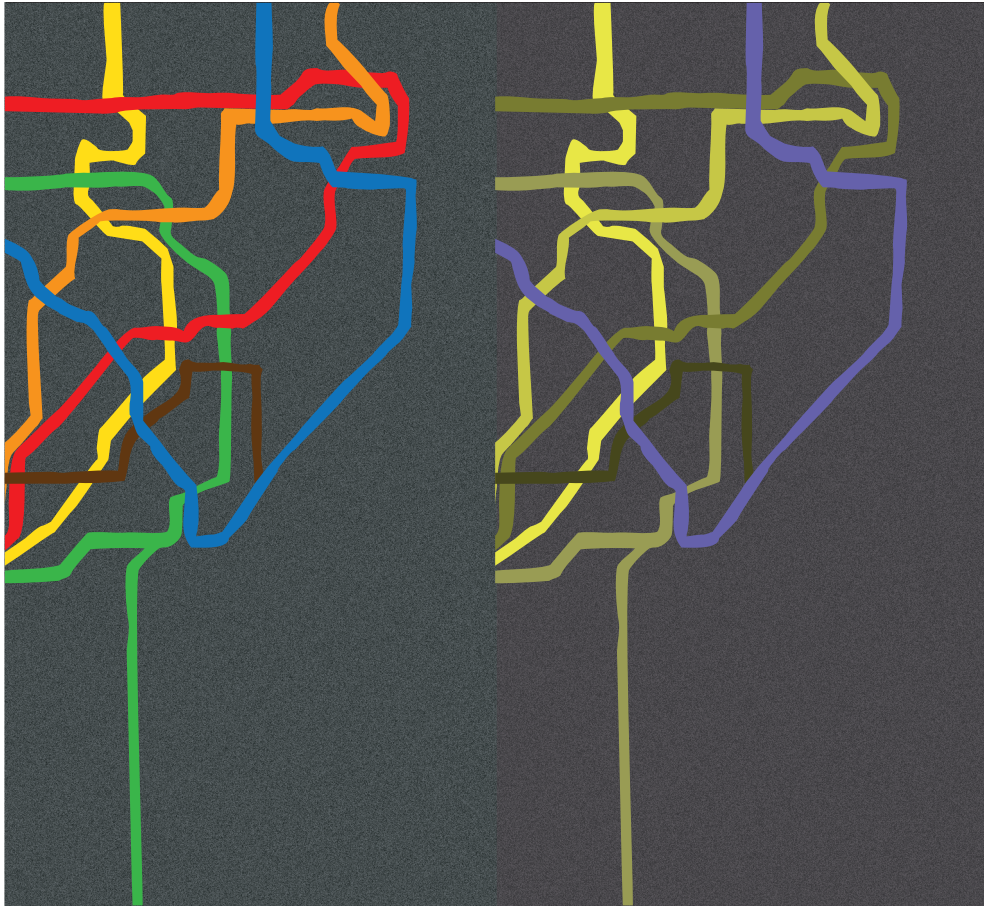
DANIEL VESTIU-SE A RIGOR



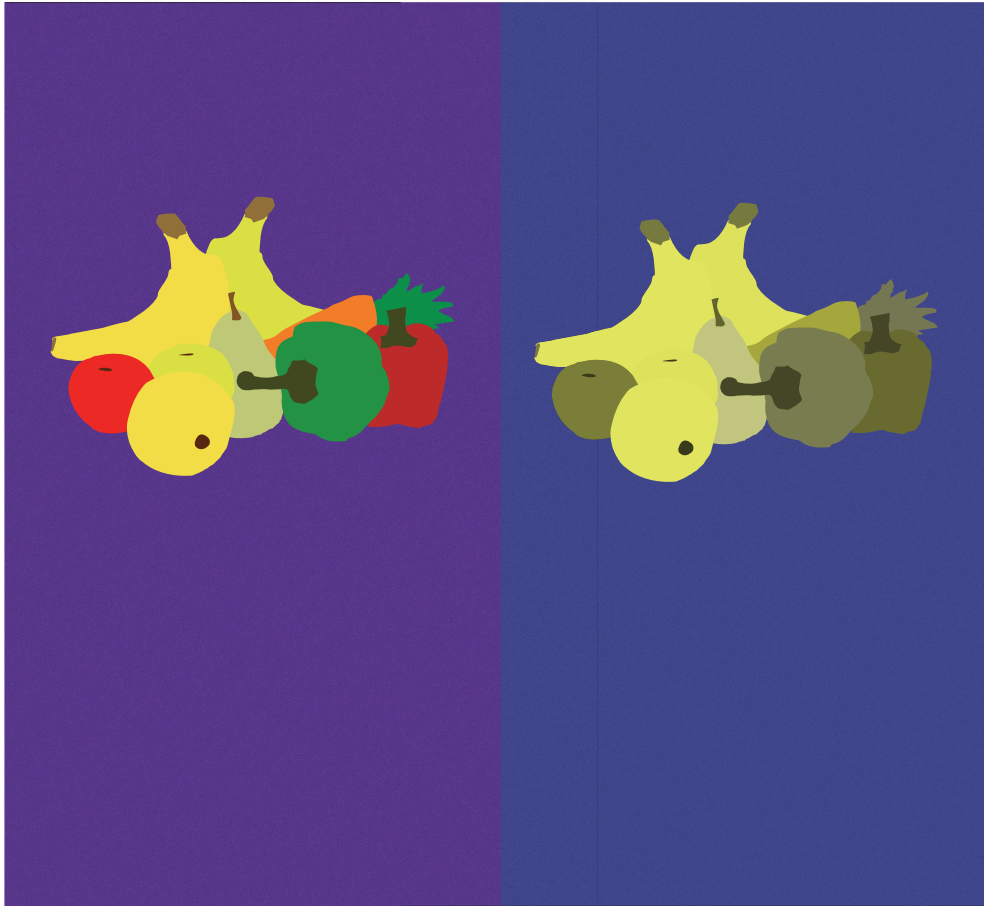
DANIEL BEBEU CAFÉ E LEU O JORNAL



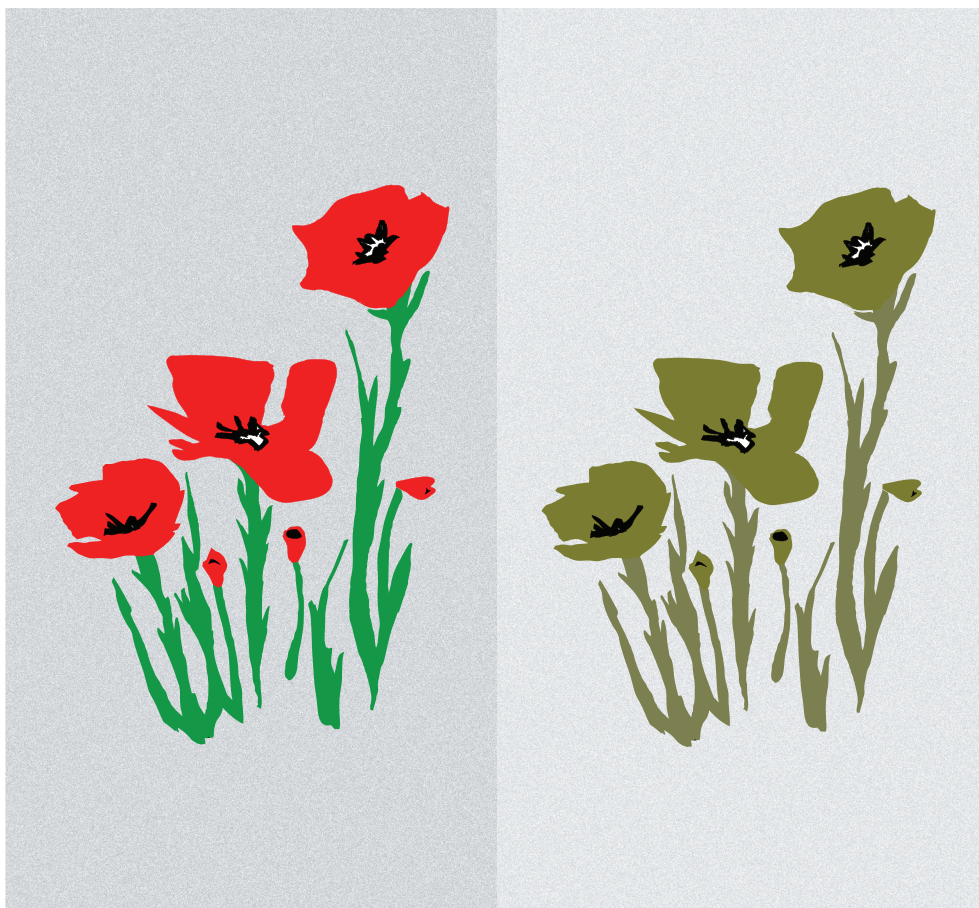
DANIEL VIU OS AVISOS METEOROLÓGICOS



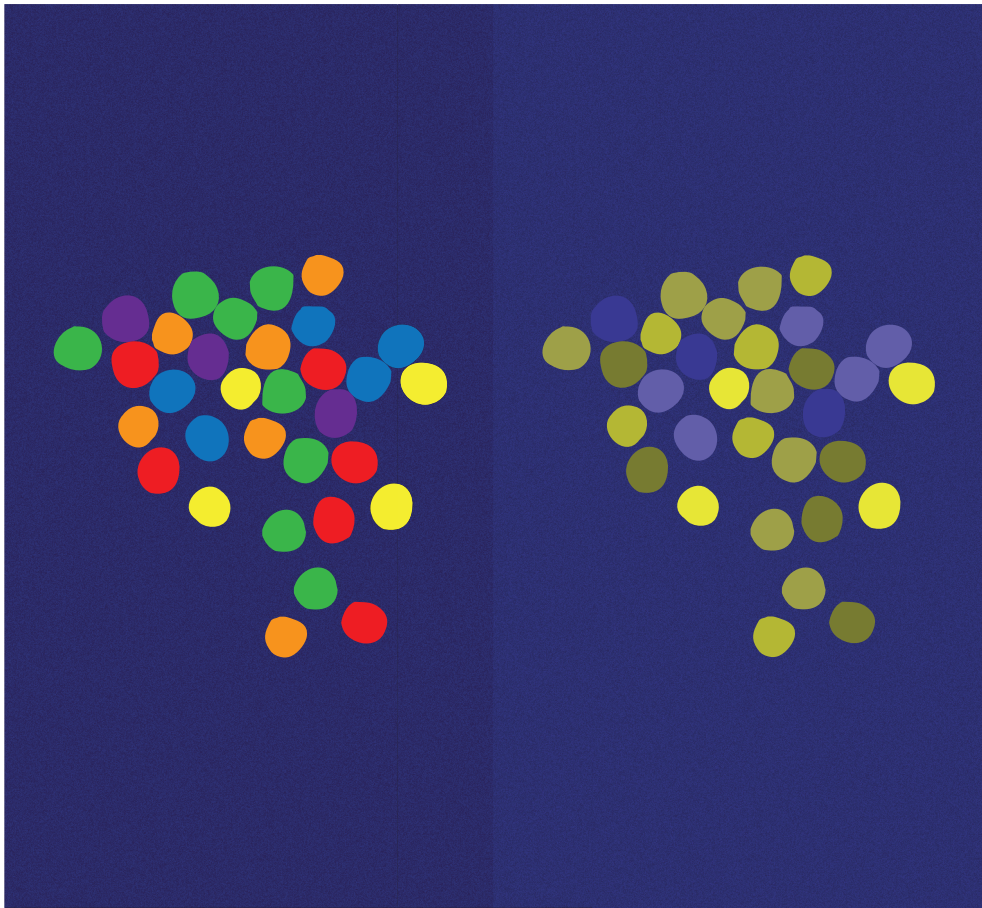
DANIEL APANHOU O COMBOIO ERRADO



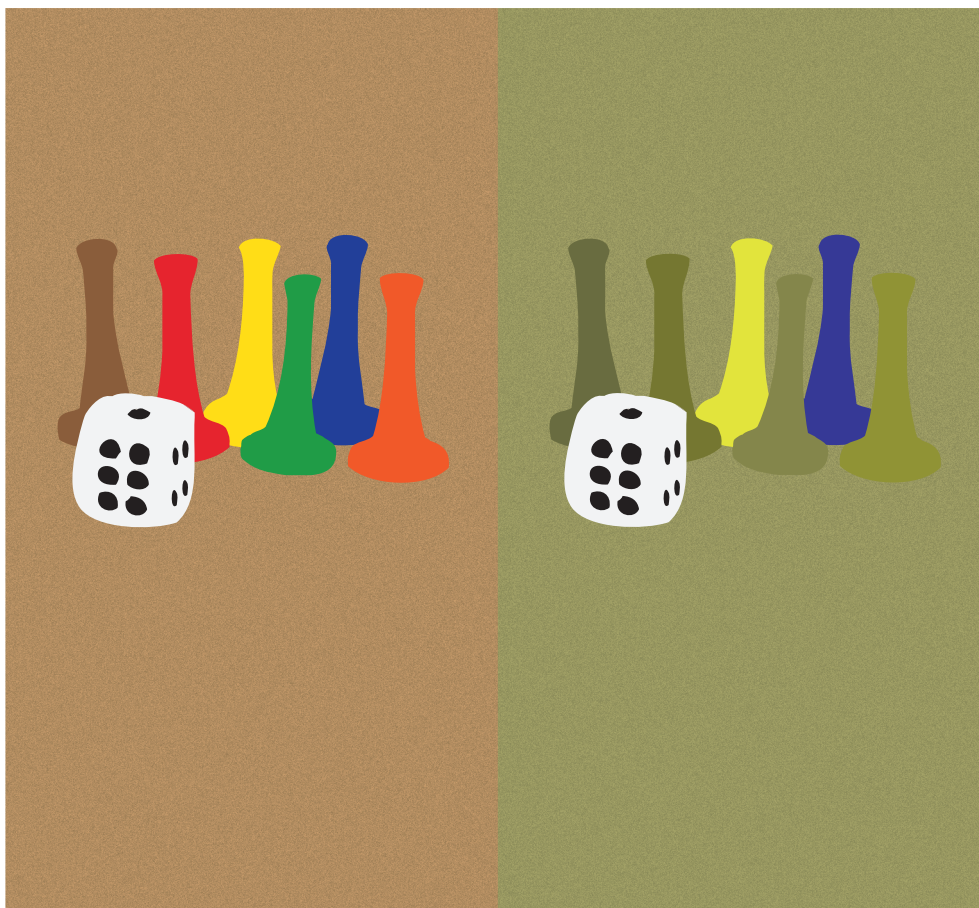
DANIEL COMEU UMA BANANA VERDE



DANIEL PASSEOU NUM CAMPO DE PAPOILAS



DANIEL GOSTA DO SABOR MAÇÃ.



DANIEL BRINCOU COM OS FILHOS



DANIEL TORCEU PELO ADVERSÁRIO



6. PROPOSTA DA APLICAÇÃO

DALTOM é uma aplicação para daltónicos que ajuda a diferenciar cores. Em tempo real ou através de fotografias permite ao utilizador alterar as cores para que estas se tornem mais facilmente distintas. DALTOM é baseada na alteração da matiz/tonalidade tornando as cores mais facilmente distintas.

A aplicação está optimizada para os tipos de daltonismo: Deuteranopia, Protanopia, Tritanopia e contém ainda visão normal e visão com texturas.

Esta ferramenta permite ao utilizador reorganizar todas as cores na imagem, permitindo que este consiga ver a informação mais facilmente diferenciada. Com DALTOM é possível ajustar os parâmetros da tonalidade e da saturação para uma melhor percepção da diferença das cores, tornando os daltónicos mais independentes e com uma melhor compreensão de certas coisas que seriam confusas ou que passariam até despercebidas no seu mundo visual. A aplicação está desenhada graficamente para Android.

LOGÓTIPO

O nome da aplicação DALTOM, deriva da junção de daltonismo com tom, remetendo também para John Dalton, o primeiro a descrever o fenômeno do daltonismo.

A identidade toma como base a matiz e a síntese aditiva da cor (que nos aproxima da teoria tricromática), conceptualizando-se na simplicidade e no forte cromatismo. A versão normal contém seis cores, sendo estas as cores primárias e secundárias da síntese aditiva, enquanto a segunda versão inclui apenas as cores primárias.

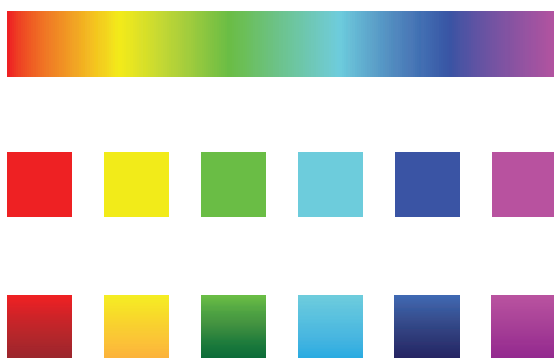


Figura 28. Processo do logótipo DALTOM

A tipografia utilizada no logótipo é a Avenir. Uma fonte desenhada por Adrian Frutiger em 1988, que teve como inspiração a Erbar (de Jakob Erbar) e a Futura (de Paul Renner). Avenir, que significa “futuro” em francês, é um tipo de letra geométrica sem serifa. O seu equilíbrio e simplicidade encaixam na forma geométrica dada pela imagem do logótipo, tornando o nome bastante legível.

AVENIR 55 ROMAN | DALTOM

Figura 29. Tipografia Avenir



DALTOM



DALTOM

Figura 30. Duas versões do logótipo DALTOM

INTERFACE GRÁFICA DA APLICAÇÃO

Para enquadrar a temática na tecnologia móvel, foi estudada a linguagem gráfica relacionada com a interface, neste caso, do sistema operativo Android. Para manter uma interface coerente e consistente, os princípios gráficos foram seguidos pelas linhas dadas pelo próprio sistema operativo, como se pode seguir no site Android Design³⁰.

Procurou-se uma correcta selecção e organização dos conteúdos e uma fácil interacção entre o utilizador e a aplicação. A simplicidade impõe a capacidade de obter directamente o que é pretendido. Também a tipografia foi regularizada consoante as normas: a fonte e os tamanhos de letra que são os mencionados pela Android.

ROBOTO REGULAR

Figura 31. Tipografia Roboto



Figura 32. Efeito dos ícones
Ícone desactivado, ícone normal e ícone pressionado

INÍCIO DA APLICAÇÃO

Com a possibilidade de executar a aplicação em tempo real ou numa imagem, o utilizador começa por escolher a utilização da câmara ou de uma imagem.



Figura 33. Início da aplicação

MANIPULAÇÃO DA COR

Através de alguns controles é possível alterar a aparência do que vemos. Neste seguimento podemos alterar uma imagem através de ajustes subtis ou até mesmo chocantes. Com o uso dos parâmetros da cor, o observador pode adequar graficamente a imagem ao seu gosto ou necessidade.

Esta é a manipulação a que o utilizador pode recorrer na aplicação. Através do controle de parâmetros o utilizador adequa a cor até ter uma melhor percepção do que vê. É importante mencionar que esta manipulação da cor pode alterar por completo as cores “reais” da imagem. Ou seja, o utilizador procura uma melhor percepção do que vê e não uma aproximação à realidade.

Para tal efeito de manipulação da cor, foram escolhidos os parâmetros da cor: matiz e saturação. Neste caso não se sentiu a necessidade de utilizar a luminosidade, tendo em conta que esta não tem uma grande preponderância no que é pretendido, pois é uma propriedade quantitativa da luz e não qualitativa, como foi abordado no terceiro capítulo desta dissertação. Mesmo em testes realizados verificou-se que a luminosidade não seria útil neste processo de alteração da cor. Por sua vez a matiz e saturação são factores que alteram totalmente a cor e a sua profundidade. Matiz/tom e saturação são características que modificam a cor. Deste modo o utilizador pode alterar os valores até ter uma melhor percepção do que vê. As barras deslizantes, na zona inferior são os controlos onde se pode modificar a cor:

- Tonalidade/Matiz: Distingue uma cor de outra através de vermelho, verde, azul, etc. Barra numérica entre -180 e +180.
- Saturação: Grau de pureza da cor. Barra numérica entre -100 e 100.

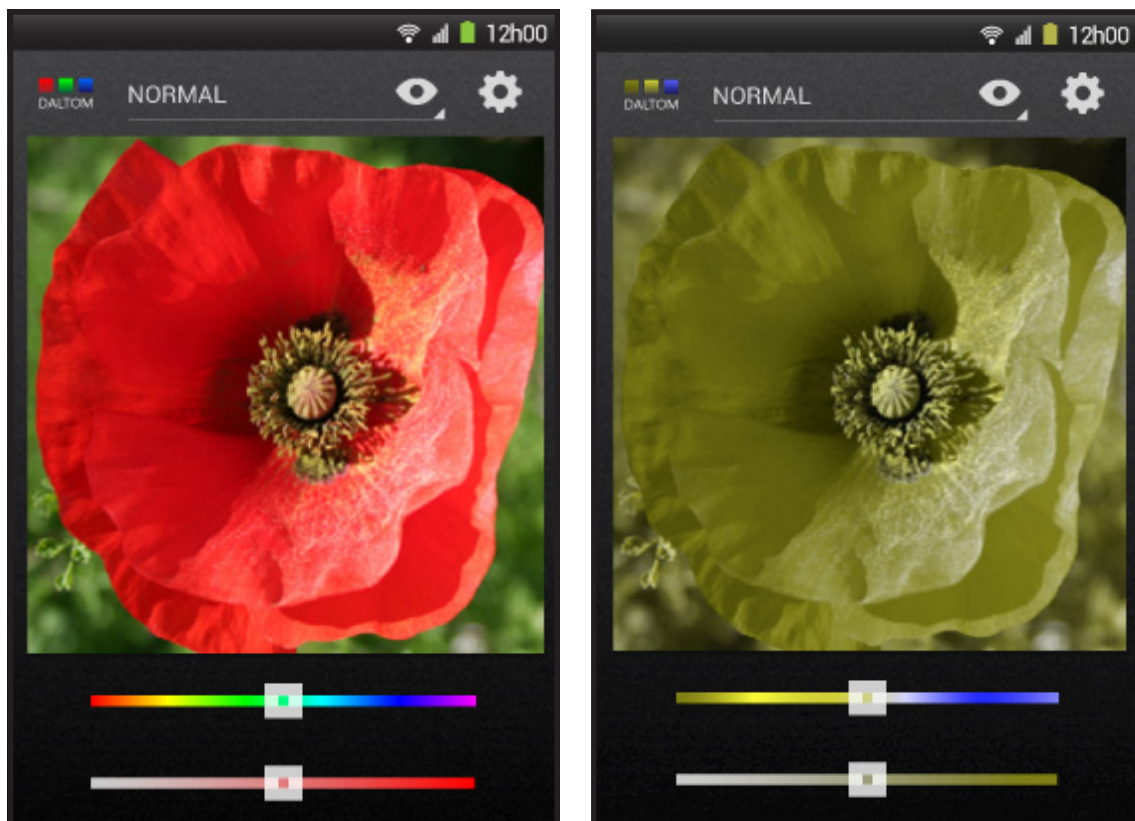


Figura 34. Layout da aplicação, onde na zona inferior o utilizador pode manipular a cor. Do lado esquerdo como vê uma pessoa de visão normal e do lado direito a visão de uma pessoa daltónica (com deuteranopia).



Figura 35. Exemplo da manipulação da cor no modo de vista deuteranopia. Do lado esquerdo sem alteração e do lado direito com alteração da matiz. Visão de uma pessoa daltônica (com deuteranopia).

MODO DE VISTA

Através do modo de vista é possível seleccionar a visão pretendida, cabendo ao utilizador optar pela mais apropriada à sua visão.

Neste sentido, foram realizados testes através de simulações. Foi importante perceber os modos de vista que são necessários e a diferença entre eles. Uma primeira conclusão foi que, através da visão normal, mesmo alterando os parâmetros da cor, uma pessoa daltónica nem sempre encontraria grande vantagem, como se pode ver na figura 36.

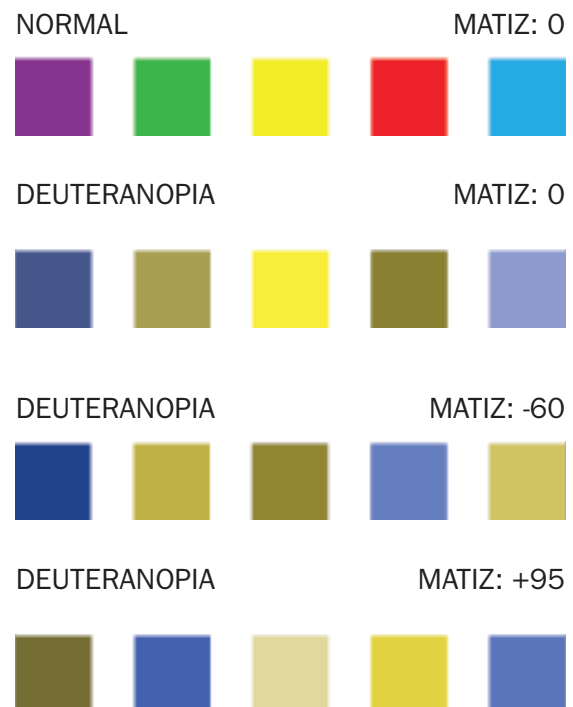


Figura 36. Teste da manipulação da cor através da matiz, onde os resultados obtidos para a diferenciação das cores não são satisfatórios.

Seria então preciso a existência de um modo de vista adaptado à visão dos daltónicos. Dentro dos vários tipos, foram seleccionados os mais abrangentes: Deuteranopia, Protanopia e Tritanopia. Como foi abordado anteriormente, no capítulo 2, em cada tipo de daltonismo existem duas cores que se tornam difíceis de distinguir. Vermelho e verde na Deuteranopia e Protanopia e azul e amarelo na Tritanopia. Para ultrapassar este problema e poder ajustar um pouco melhor a visão dos daltónicos, estabeleceram-se certas características (ver figura 37) para cada modo de vista:

Visão normal: Visão normal sem qualquer filtro.

Deuteranopia (ausência de verde): Alteração dos tons verde e vermelho. Escurece os tons verdes e descolora os vermelhos, ou vice-versa, consoante a configuração do utilizador.

Protanopia (ausência de vermelho): Alteração dos tons vermelho e verde. Escurece os tons vermelhos e descolora os verdes, ou vice-versa, consoante a configuração do utilizador.

Tritanopia (ausência de azul): Alteração dos tons azuis e amarelos. Escurece os tons azuis e descolora os amarelos, ou vice-versa, consoante a configuração do utilizador.

Textura: Visão normal com atribuição de texturas (ver figura 39).



Figura 37. Demonstração da mudança das cores consoante o filtro aplicado do modo de vista

PROTANOPIA



TRITANOPIA



PROTANOPIA

Verde escurece e vermelho aclara



TRITANOPIA

Azul escurece e amarelo aclara



PROTANOPIA

Verde escurece e vermelho aclara



TRITANOPIA

Amarelo escurece e azul aclara



A visão com textura optou-se por acrescentar por ser significativa. A textura é um elemento visual formado por componentes iguais ou semelhantes dispostos em distâncias iguais entre si. É uma composição que permite identificar ou distinguir uma forma, uma orientação, uma cor ou uma intensidade. De tal modo, que é mais uma alternativa para poder diferenciar as cores.

Este método, certifica-se com mais eficiência quando existem cores muito idênticas, ou se quer ter uma percepção imediata. No entanto tem o inconveniente de produzir algum ruído visual se a imagem for bastante complexa. Os exemplos dados na figura 38 e 39 são possíveis texturas, as quais, consoante os cenários apresentados, podem ser alteradas para obter uma melhor visibilidade. Esta visão na aplicação é apropriada para a visualização de cores planas, por exemplo em informação de visualização, para evitar o “ruído” visual. A cada cor é atribuída uma textura tornando possível a comparação ou diferenciação imediata das cores.

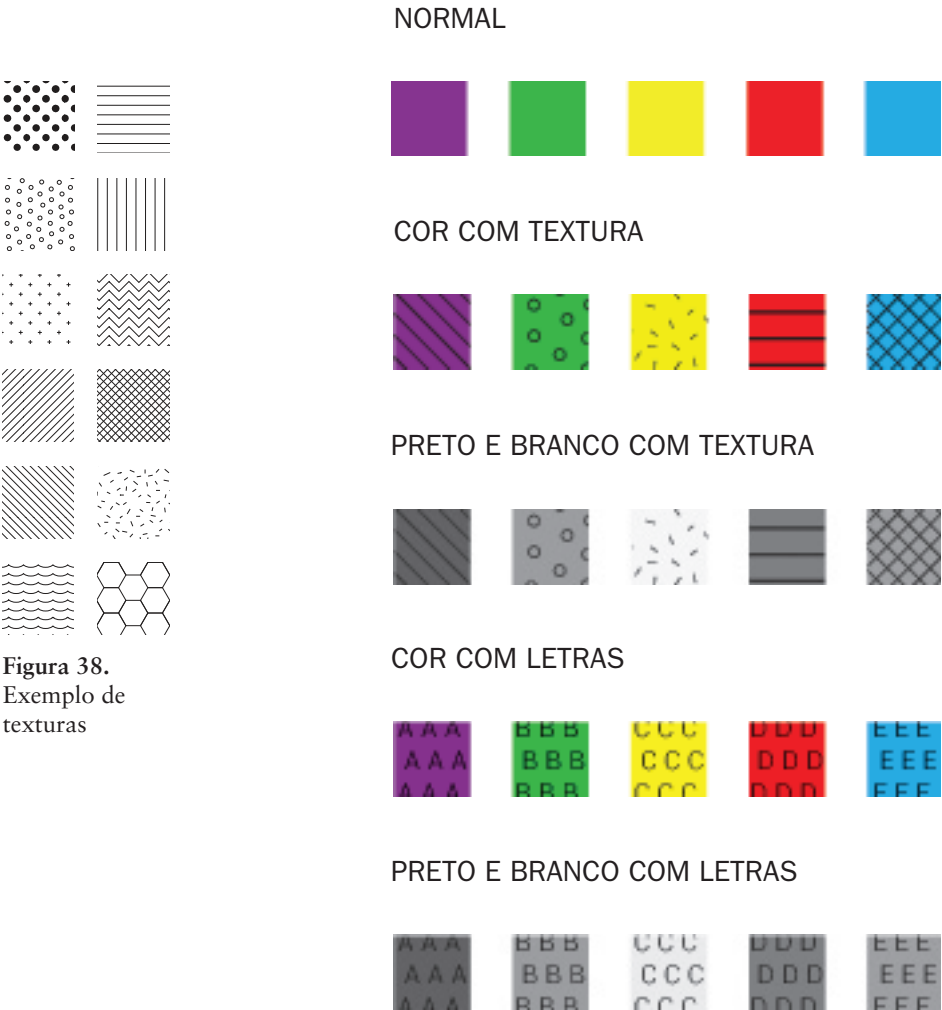


Figura 39. Texturas para a diferenciação de cores

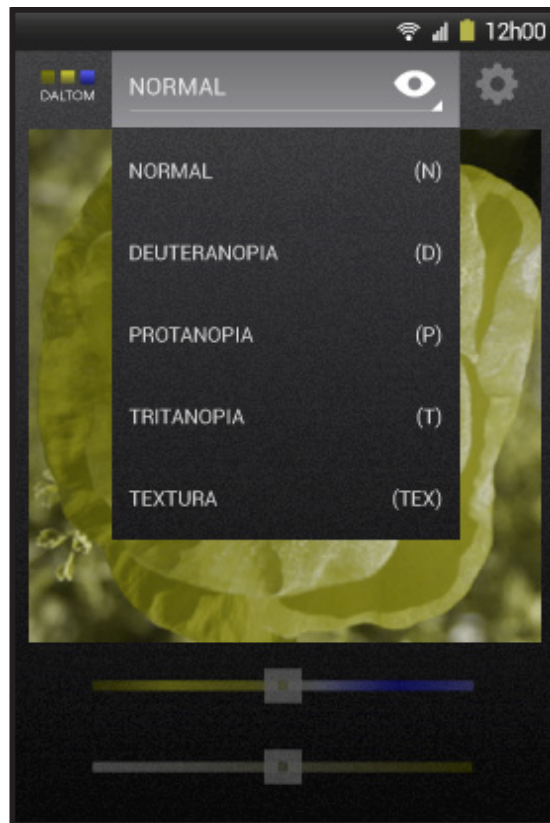


Figura 40. Layout da aplicação, modo de vista.
Visão de uma pessoa daltônica (com deuteranopia).

DEFINIÇÕES



Figura 41. Layout das definições da aplicação.
Do lado esquerdo as opções da vista normal e do lado direito as opções da vista com texturas.

O utilizador pode configurar a aplicação consoante as suas características. Através da escolha do modo de vista e suas respectivas funcionalidades (ver figura 41), o utilizador tem como opções a utilidade da barra deslizante da tonalidade e da saturação, podendo estas estarem activas ou desactivas e até mesmo activas e ocultas. Ou seja, o utilizador pode optar por querer alterar os valores da tonalidade e da saturação ou apenas uma das opções e tem ainda a possibilidade de ter essas funções activas mas sem a visualização da barra. Por exemplo se o utilizador se deparar sempre com a alteração dos mesmos valores, pode ter o “filtro” activo e ocultar as barras deslizantes. No caso da visão com texturas, o utilizador pode escolher o tipo de textura dentro das opções dadas.

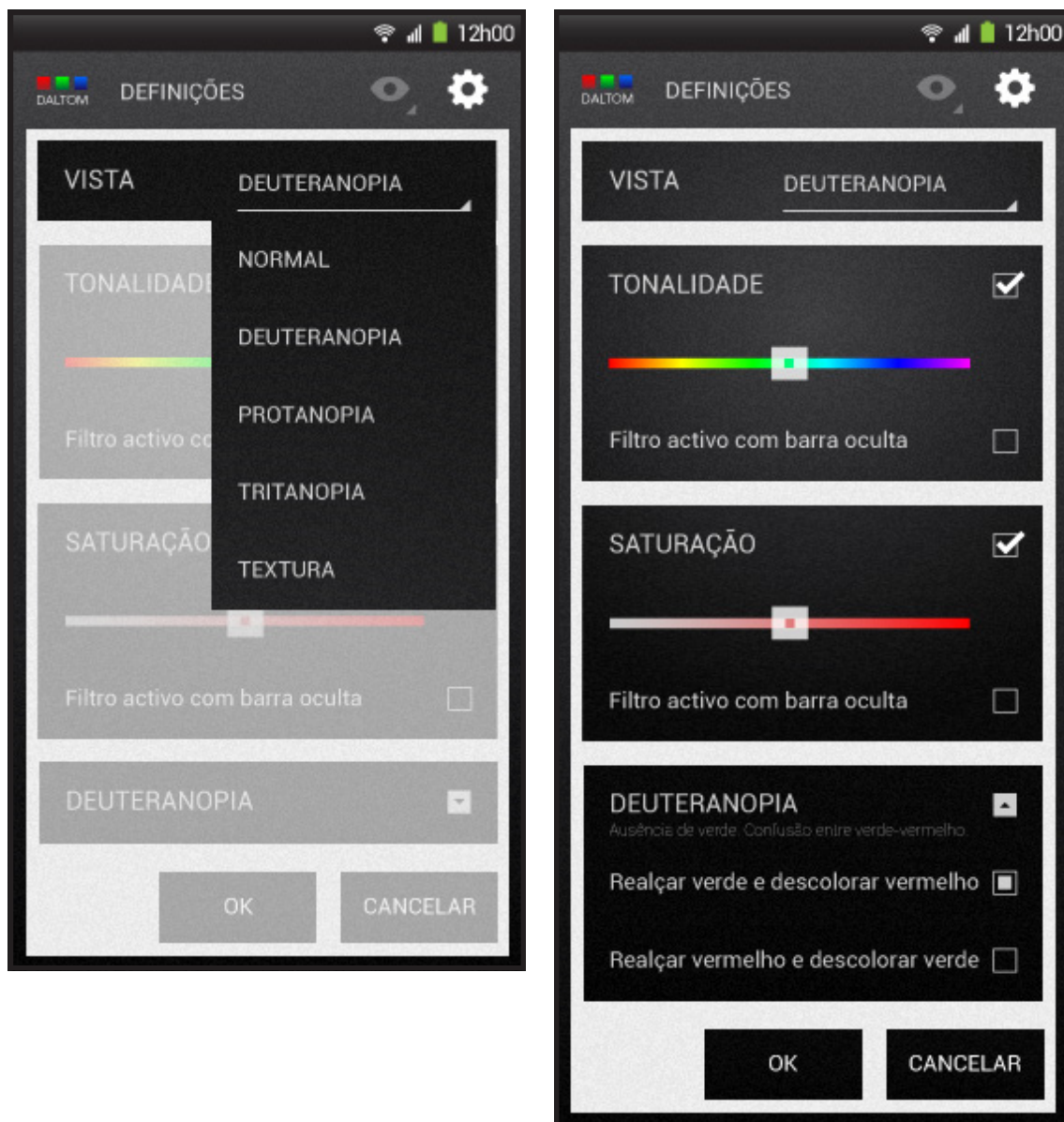


Figura 42. Layout das definições da aplicação.
Do lado esquerdo a escolha do modo de vista e do lado direito as opções da vista deuteranopia.

OUTRAS FUNÇÕES

Através do botão do menu de hardware o utilizador pode gravar ou partilhar a imagem e ainda ter acesso à informação de toda a aplicação. Pelo botão de voltar de hardware, o utilizador retoma à tela anterior, ou seja navega por ordem cronológica inversa. A partir desta hierarquização o utilizador fecha a aplicação.

É de mencionar também, que são exibidas notificações, para uma melhor percepção do utilizador, como por exemplo: “Imagem gravada” ou “Tem a certeza que pretende sair?”.

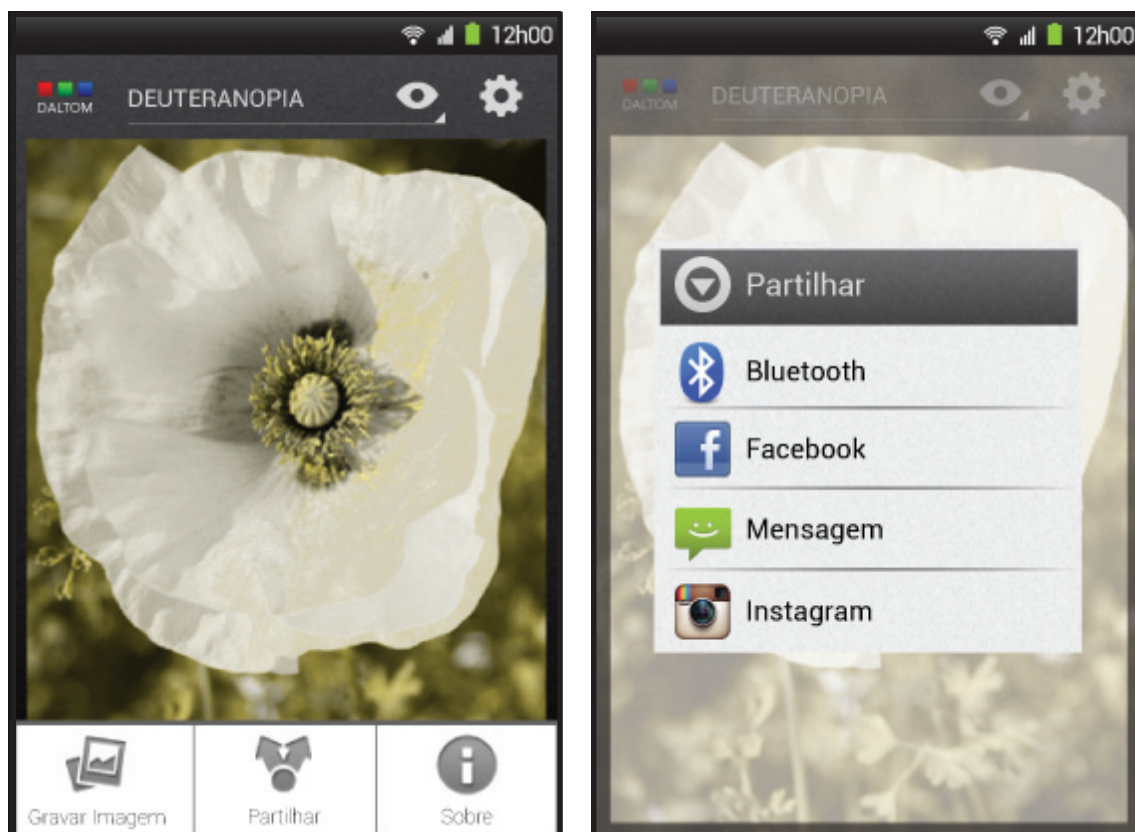


Figura 43. Layout de outras opções da aplicação

NOVAS FUNCIONALIDADES

A presente proposta da aplicação ambiciona um ponto muito específico, a manipulação das cores. Nenhuma outra funcionalidade é imposta nesta ferramenta. A função baseia-se única e exclusivamente na manipulação da cor, seleccionando à partida o modo de visão que o utilizador pretende. O modo de vista é uma adaptação das cores ao utilizador, uma característica que não é referenciada nas abordagens existentes que foram analisadas. Seguidamente, o facto de se poder optar por controlar a matiz e/ou a saturação, ou mesmo padronizar a aplicação sem a necessidade de estar sempre a alterar a cor manualmente, são funcionalidade que revelam uma interactividade mais acessível e envolvida com o utilizador. De forma simples e prática o utilizador “apodera-se” da cor, mudando-a consoante a sua necessidade. O afastamento de termos mais técnicos e uma linguagem compreendida por todos foi também uma preocupação. A aplicação tem por esta vertente um objectivo muito próprio, não levando a distrações ou confusões do utilizador.

A realização da interface gráfica e as opções da aplicação foram estabelecidas tendo em conta a implementação. É de mencionar que tudo o que foi feito é implementável.



Figura 44. Simulação da aplicação em smartphone Android



Figura 45. Simulação da aplicação em smartphone Android



7. CONSIDERAÇÕES FINAIS



SÍNTESE

O daltonismo, que é a dificuldade em identificar e diferenciar certas cores, tem um impacto profissional e pessoal na vida de muitos indivíduos. Por isso é essencial perceber esta condição, perspectivando soluções que aumentem a qualidade de vida destas pessoas.

O conceito da diferenciação de cores foi toda a base que acompanhou o processo e desenvolvimento desta dissertação. Além do conceito, critério fundamental no design, considerou-se também a contribuição para a melhoria de qualidade de vida do indivíduo.

Aqui tentou-se compreender o daltonismo e mais especificamente as dificuldades que advêm da dificuldade de distinguir as cores. Ambicionou-se uma análise do que é efectivamente preponderante na diferenciação de cores, como a finalidade de existir uma maior eficácia do objectivo da aplicação. Para tal foi necessário compreender noções relacionadas com a visão e um domínio da terminologia da cor, remetendo para aspectos específicos que modificam a percepção da mesma. Na visão foi importante perceber como é captada a cor. Na cor foi necessário focar a importância do seu impacto e a sua relação com as coisas.

O trabalho seguiu uma vertente comunicativa, prática e funcional. Neste sentido, estabeleceu-se num problema de design. Assim, através de uma narrativa visual que demonstra a comparação da visão normal com a de um indivíduo daltónico, conseguiu-se compreender e conhecer certas dificuldades encontradas pelos daltónicos. Exemplos de situações do dia-a-dia foram tidos em conta e demonstram como realmente é importante o tema do daltonismo.

Já na aplicação, o conceito, o grafismo e interacção remetem para uma possibilidade de bons resultados. Embora a aplicação não esteja concretizada totalmente, pois falta a sua implementação, através de testes e simulações o resultado obtido é satisfatório. Através da manipulação das imagens, consoante a sua anomalia, um daltónico ou até mesmo uma pessoa de visão normal consegue ter uma melhor percepção da distinção das cores.

CONTRIBUIÇÕES

O trabalho efectuado deu origem a certas contribuições. Após todo o trabalho pode concluir-se que este constitui uma mais-valia para o tema do daltonismo facilitando o entendimento desta pesquisa. Estas contribuições podem beneficiar a melhoria da qualidade de vida de um daltónico e colaborar para processos de investigação do tema. A recolha obtida da informação é um contributo significativo.

A principal contribuição desta dissertação é o seu conceito e a sua contextualização: a narrativa visual é uma investigação e demonstração do problema mencionado e a proposta realizada pode dar a um indivíduo daltónico a possibilidade de este perceber a diferença de certas cores. Esta é uma possível solução para contornar o problema, sendo uma contribuição para o mundo do daltonismo.

CONCLUSÃO

Depois da análise e proposta efectuada são agora discutidas as conclusões. A constante evolução da tecnologia e a percepção visual de um daltónico levou à questão de como é possível através desta pesquisa, contribuir para a melhoria da qualidade de vida de um daltónico. A dissertação comunicou um problema e chegou a uma proposta de uma aplicação tendo em conta a análise da temática daltonismo. Inicialmente investigou-se o tema e todos os pontos essenciais. Verificou-se que existem teorias, algoritmos e aplicações interessantes mas nenhuma era específica e acessível tecnicamente na diferenciação de cores para a experiência do público em geral. O resultado da proposta obtida teve em atenção a facilidade de compreensão e interação entre utilizador e aplicação.

A predominância da dissertação afastou-se por completo do reconhecimento e qualificação da cor e enquadrou-se na diferença das cores para o dia-a-dia de um daltónico. A comunicação e compreensão do problema por parte de indivíduos de visão normal, o aumento da percepção visual, a facilidade de discriminação e a obtenção de possíveis estímulos diferentes foram o propósito para uma melhor qualidade de vida visual para pessoas daltónicas.

TRABALHO FUTURO

O presente trabalho resultou na compreensão e desenvolvimento de uma interface gráfica para daltónicos. O grande objectivo a realiza^r após esta etapa é a implementação da aplicação, em que para tal é necessário recorrer à informática.

Espera-se que a experiência e os resultados alcançados confirmem a sua utilidade e também a detecção de possíveis melhoramentos. Uma vez concluído este objectivo^o, perspectiva-se a possibilidade de entrada no mercado, tornando a aplicação ao dispor de todos, principalmente dos daltónicos.

REFERÊNCIAS

ALZATE, Adriana; GRISALES, Claudia; MARULANDA, Walter; LÓPEZ, Felipe; GARCÍA, Guillermo. *Patrones de color: Interpretación visual de los valores cromáticos regionales en Caldas*, Colombia: Editorial Universidad de Caldas, 2006. Disponível (pg 1-55) em: <<http://creaciondementes.files.wordpress.com/2009/09/librocolor1.pdf>> Acesso em: Maio, 2012

AMBROSE Gavin; HARRIS Paul, *Design Básico Cor*, Tradução de Francisco Araújo da Costa, Porto Alegre: Bookman, 2009

ARNHEIM, Rudolf. *Arte e Percepção Visual: uma psicologia da visão criadora*, Tradução de Ivonne Terezinha de Faria, São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005

BAXTER, Glen, *Trundling Grunts*, New York: Bloomsbury, 2002

BERNARDO, Marco André Vieira Andrade. *Caracterização, modelação e implementação de transformações cromáticas em imagens digitais para observadores com cromatopsia visual*, Dissertação (Mestrado de Engenharia Informática), Faculdade de Engenharia, Universidade da Beira Interior, 2009

BRETTEL, Hans; VIÉNOT, Françoise; MOLLON, John D. *Computerized simulation of color appearance for dichromats. Journal of the Optical Society of America A-Optics Image Science and Vision*, 1997, Disponível em: <<http://vision.psychol.cam.ac.uk/jdmollon/papers/Dichromatsimulation.pdf>> Acesso em: Janeiro, 2012

CARLOS, Juan. *Una Visión del color defectuosa: el daltonismo*, Disponível em: <<http://optica-porlacara.blogspot.com/2010/08/una-vision-del-color-defectuosa-el.html>> Acesso em: Janeiro, 2012

EVANS, Laura; Forde, Evans. *No such thing as color*. [Filme] Double Wide Films, 2010, Disponível em: <<http://www.nosuchthingascolor.com/>> Acesso em: Janeiro, 2012

FARINA, Modesto. *Psicodinâmica das cores em comunicação*, São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1990

GUIMARÃES, Luciano. *A cor como Informação: a construção biofísica, lingüística e cultural da simbologia das cores*, São Paulo: Annablume, 2000

KUHN, Giovane R.; OLIVEIRA, Manuel M.; FERNANDES, Leandro A. F. *An efficient naturalness-preserving image-recoloring method for dichromats*, *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2008, Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/27619/000681718.pdf?sequence=1>> Acesso em: Janeiro, 2012

LOURO, Ana Sofia Romão. *A Ergonomia da cor na Web: Interface vs utilizador*, Dissertação (Mestrado de Design Gráfico), Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa, 2008. Disponível em: <<http://www.repository.utl.pt/handle/10400.5/1638?mode=full>> Acesso em: Maio, 2012

LEÃO, Alexandre Cruz, *Gerenciamento de cores para imagens digitais*, Dissertação (Mestrado em Artes Visuais), Escola de Belas Artes, Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/JSSS-7XGFG3>> Acesso em: Maio, 2012

NAGEL, W.A. *Nagel's Anomaloscope for Testing Color Vision*, *Transactions of the American Ophthalmological Society*, 1915 Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1318029/pdf/taos00086-0179.pdf>> Acesso em: Janeiro, 2012
NEIVA, Miguel. *ColorADD*, Disponível em: <www.coloradd.net> Acesso em: Novembro, 2011

NEIL, Theresa, *Mobile Design Pattern Gallery*, USA: O'Reilly Media, 2012

OHKUBO, Tomoyuki; KOBAYASHI, Kazuyuki. *A color compensation vision system for color-blind people*, In *SICE Annual Conference*, 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/39522438/A-Color-Compensation-Vision-System-for-Color-Blind-People>> Acesso em: Janeiro, 2012

PEDROSA, Isabel, *Da cor à cor inexistente*, Rio de Janeiro: Léo Christiano Editorial Ltda, 9ª Edição, 2003

RIGDEN, Chistine. *The eye of the beholder - designing for colour-blind users*. *British Telecommunications Engineering*, 1999. Disponível em: <<http://colinpurrington.com/wp-content/uploads/2011/09/Rigden19991.pdf>> Acesso em: Janeiro, 2012

ROSENTHAL, Odeda; PHILIPS, Robert H. *Coping with Color-Blindness*, New York: Avery Publishing Group, 1997

SANTOS, José Miguel de Fonseca Neiva. *Sistema de identificação da cor para indivíduos daltónicos : aplicação aos produtos de vestuário*, Dissertação (Mestrado Design e Marketing), Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 2008

Android Design, Disponível em: <<http://developer.android.com/design/index.html>>
Acesso em: Abril, 2012

Android Patterns, Disponível em: <<http://www.androidpatterns.com/>>
Acesso em: Abril, 2012

Androidpttrns, Disponível em: <<http://androidpttrns.com/>> Acesso em: Abril, 2012

Color Blind Essentials, Disponível em: < www.colblindor.com >
Acesso em: Novembro, 2011

Glen Baxter, Disponível em: < <http://www.glenbaxter.com/>> Acesso em: Março, 2012

We are colorblind, Disponível em: <<http://wearecolorblind.com/>>
Acesso em: Fevereiro, 2012

