

TREBALL
DE
RECERCA

LA PERCEPCIÓ CROMÀTICA DEL VESTIT *The Dress*

TOTS VEIEM ELS MATEIXOS COLORS?

Pseudònim: OHANA

ÍNDIX

Introducció.....	5
BLOC 1: MARC TEÒRIC	7
Introducció.....	7
1.1 Anatomia i fisiologia de la visió	9
1.1.1 El globus ocular.....	9
1.1.2 Capes de l'ull.....	10
1.1.3 Càmeres de l'ull	17
1.1.4 Medis transparents.....	18
1.1.5 Fisiologia de la visió del color	19
1.2 El procés perceptiu.....	21
1.2.1 Percepció i cognició de la realitat	21
1.2.2 El procés perceptiu: components	22
1.3 El sistema nerviós	24
1.3.1 La via òptica	24
1.3.2 Nervi òptic	26
1.3.3 Quiasma òptic.....	27
1.3.4 Tractes òptics.....	27
1.3.5 Nucli Genuculat Lateral (NGL).....	28
1.3.6 Radiacions òptiques.....	28
1.3.7 Còrtex Cerebral.....	28
1.4 El color.....	31
1.4.1 La llum visible	32
1.4.2 To o matís	33
1.4.3 Saturació o intensitat.....	33
1.4.4 Lluminositat, brillantor o valor	34
1.4.5 Tipus de barreges	34
1.4.6 Sistemes de representació dels colors.....	36
1.5 Percepció del color	38
1.5.1 Teories explicatives de la percepció del color.....	39
1.5.2 Factors que influeixen en la percepció del color	41
1.5.3 Les il·lusions perceptives	45
1.5.4 Malalties oculars: deficiències en la percepció del color	46

1.6	El vestit analitzat	49
1.6.1	Història	49
1.6.2	Informació sobre els Píxels del vestit.....	50
1.6.3	Teories sobre la percepció del vestit	62
BLOC 2: MARC PRÀCTIC.....		64
2.1	Material i mètode.....	65
2.2	Resultats.....	67
2.2.1	Primera part. Anàlisi dels diferents factors que poden influir en la percepció del color	67
2.2.2	Segona part. Anàlisi de la percepció dels diferents píxels que conformen el vestit ..	75
2.2.3	Tercera part . Anàlisi de l'article de la revista <i>Cortex</i>	139
Conclusions		141
Opinió personal.....		147
Agraïments		148
Bibliografia		149
a.	Primera part. Anàlisi dels diferents factors que poden influir en la percepció del color ..2	
b.	Segona part. Anàlisi de la percepció dels diferents píxels que conformen el vestit	4
k.	Tercera part . Anàlisi de l'article de la revista <i>Cortex</i>	25
l.	Documents model utilitzats per recollir la informació dels individus	33

Introducció

Aquest Treball de Recerca tracta sobre la percepció del color, concretament del famós vestit ratllat *The Dress*. Sobre aquest tema es desenvolupen diferents qüestions que s'han cregut interessants.

Des del principi la temàtica d'aquest treball es va orientar cap a la neurociència i la psicologia, ja que són temes que em resulten molt interessants i sempre m'han cridat l'atenció. Es per això, que em formaré en uns estudis universitaris relacionats. Però tot i saber la temàtica general sobre la qual realitzar un estudi, no trobava cap aspecte relacionat que es pogués desenvolupar d'una manera precisa i ben pautaada.

Per aquest motiu, a través de la meva tutora, i en el marc del programa Argó, vam voler assessorar-nos amb professional per tal d'obtenir orientació. Després del gran esforç i dedicació vam contactar amb el neurocientífic C.B.G.

Ell va ser qui va proposar el tema central de la recerca. La percepció cromàtica del famós vestit *The Dress*. La pregunta precursora era: Per què un mateix vestit ratllat pot ser percebut de dos colors per dues persones diferents?

Així, ens vam plantejar dues preguntes per estructurar la recerca: Diversos factors com l'edat, el sexe, el color d'ulls i l'avaluació acadèmica influeixen en la diferent percepció dels colors de cada persona? La percepció cromàtica d'un mateix color canvia en diferents tipologies de contexts?

D'aquesta manera, la hipòtesi de sortida exposa, per una part, que els factors biològics, psicològics i socials: edat, sexe, color d'ulls i estat d'ànim característics de cada persona influeixen en la diferent percepció cromàtica del vestit.

Per l'altre part, la hipòtesi afirma que els diferents tipus de contexts en el que es situa un color influeixen en la percepció d'aquest.

Poc després d'haver seleccionat el tema, concretament el 26 d'agost 2015, va sortir publicat a la revista *Còrtex* un article sobre el mateix vestit. Aquest article analitza les zones del cervell que s'activen quan es percep el vestit ratllat, BB (Blue and Black) o WG (White and Gold).

La mostra seleccionada per fer l'anàlisi d'aquesta recerca ha estat de 126 subjectes, tots ells alumnes de l'institut Eugeni Xammar.

Es van recollir les seves dades personals, així com les seves percepcions dels colors del vestit. Aquest procés es va realitzar individualment per cada participant. A l'apartat de resultats s'exposen els càlculs matemàtics i estadístics basats en les dades recollides.

El treball s'estructura en dos grans blocs. El marc teòric que és on consta la informació necessària per seguir el discurs de la recerca. El marc pràctic on s'estudien els possibles factors que poden condicionar la percepció dels colors del vestit, com també, s'analitzen els colors que formen el vestit, en diverses variants.

Aquest treball vol assolir uns objectius determinats que són:

- Estudiar el procés pel qual el nostre cervell processa la percepció del color a partir d'un estímul.
- Conèixer els diferents factors i característiques individuals que determinen la percepció del color.
- Comprendre com, la percepció d'un mateix color, pot canviar en diferents contextos.
- Descobrir perquè la percepció cromàtica és diferent pel que fa a un mateix color.

BLOC 1: MARC TEÒRIC

Introducció

Davant la possibilitat que diferents factors físics, biològics, psicològics, o d'altres, puguin influir en la percepció cromàtica o que diversos colors es combinin per enganyar la nostra percepció visual, s'inicia el marc teòric amb l'òrgan de la vista. L'ull és la part física del nostre cos encarregat de rebre la llum que, com a estímul, desencadena tot el procés de la visió dels colors que ens ocupa en aquesta recerca.

Així, el primer punt tractat exposa i desenvolupa l'anatomia i la fisiologia de l'ull com a òrgan sensorial.

El globus ocular té unes cèl·lules fotoreceptores especialitzades (cons i bastons) encarregades de captar l'estímul visual i, mitjançant uns processos específics, aconseguir formar una representació al cervell; per aquest motiu, la percepció és l'aspecte que es tracta en el segon apartat.

Al punt següent, trobarem l'explicació dels processos pels quals la informació visual, captada a través de la percepció, s'envia pel nervi òptic, seguint després pel quiasma òptic i el nucli geniculat lateral (NGL), fins arribar a zones específiques del cervell (còrtex cerebral).

Com s'ha esmentat, en el desenvolupament de tot el procés visual, la llum com a estímul esdevé necessària. La llum de l'espectre visible, captada pels ulls, pren la forma comuna dels colors, constituïts per diferents longituds d'ona. És obvi que, d'acord amb la pregunta que ens fem en iniciar la recerca, la informació sobre els colors és de gran importància i la trobarem a continuació en un altre apartat.

Així, després de conèixer els mecanismes biològics presents en aquest procés tant complex ens centrarem en l'estudi del color i de la seva percepció. En l'apartat sobre la percepció del color trobarem tota la informació relacionada amb les teories que ho expliquen, així com els factors que hi influeixen, les il·lusions òptiques que se'n deriven i les possibles alteracions relacionades amb la percepció del color. També hi consta un petit punt on s'exposa la informació sobre el test de Ishihara utilitzat en el marc pràctic.

Finalment, coma a últim punt del marc teòric s'hi relaciona el famós vestit que ha causat tanta controvèrsia en els darrers temps i que esdevé objecte d'anàlisi en aquesta recerca; en aquest apartat es documentarà. A més, s'hi inclourà el resum de la seva història,

s'analitzaran els píxels que el conformen i s'exposaran les teories perceptives que han sorgit arran d'aquest fenomen tant polèmic.

D'acord amb l'experiència de diferents observadors, sembla ser que el vestit es veu de diferents colors per part de diferents persones, sense que hi hagi un motiu clar pel qual això és així. Aquest és un punt molt importat del treball, ja que es tracta d'un fenomen que depèn de la percepció visual, fonamental en aquesta recerca.

1.1 Anatomia i fisiologia de la visió

El fet de veure consisteix en la interpretació dels rajos de llum que ens arriben als òrgans sensorials encarregats de dur a terme aquest procés, que en aquest cas són els ulls que permeten conèixer i interactuar amb l'entorn.

1.1.1 El globus ocular

El globus ocular és l'estructura esfèrica de 7,5 grams situada a la cavitat orbitària¹ que conté una sèrie de components bàsics pel correcte funcionament de la visió (*veure Figura 1*).

És un òrgan que està connectat al cervell (a través del nervi òptic) i per tant, el converteix en un dels òrgans més complexes i sensibles del cos humà.

El globus ocular s'estructura, tal com mostra la *Figura 2*, de la forma següent:

- Tres capes o membranes: exterior, mitjana i interna
- Tres medis transparents: l'humor aquós, el cristal·lí i l'humor vitri
- Dues càmeres: càmera anterior de l'ull i càmera posterior

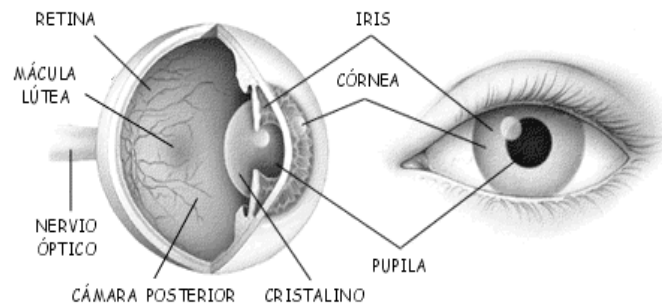


Figura 1: Estructura del globus ocular interior i exterior

¹ Profunditat en el crani que protegeix i allotja al globus ocular i els seus annexos.

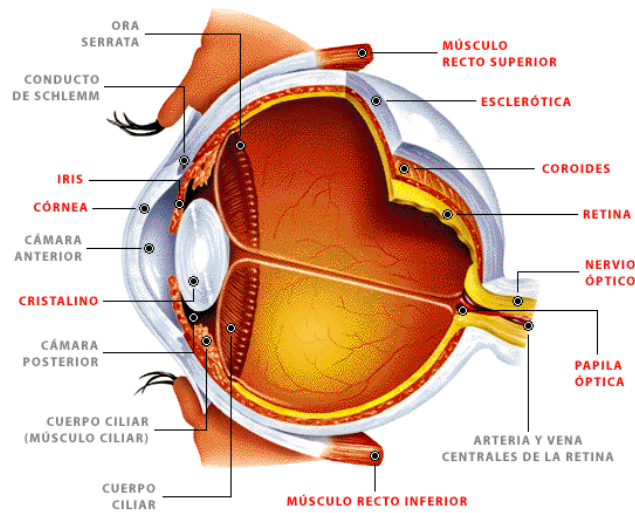


Figura 2: Estructura del globus ocular

1.1.2 Capes de l'ull

Capa exterior: escleròtica i còrnia

La capa més externa de l'ull s'anomena escleròtica i està formada principalment per col·lagen, que és una proteïna que li aporta resistència i duresa. Externament es reconeix perquè és el teixit blanquinós que forma part dels ulls. (veure Figura 3)

Aquesta capa és l'encarregada de protegir les estructures sensibles de l'ull. Per fer-ho, capta lla llum difusa del exterior, i així, els raigs lluminosos no malmeten la pupil·la.

L'escleròtica s'encaixa amb la còrnia (veure Figura 2); aquesta és una capa transparent anterior a l'iris i a la pupil·la (veure Figura 3) que deixa passar els raigs lluminosos. La seva funció principal és la d'enfocar, junt amb el cristal·lí, les imatges a la retina. (Fox, 2003)

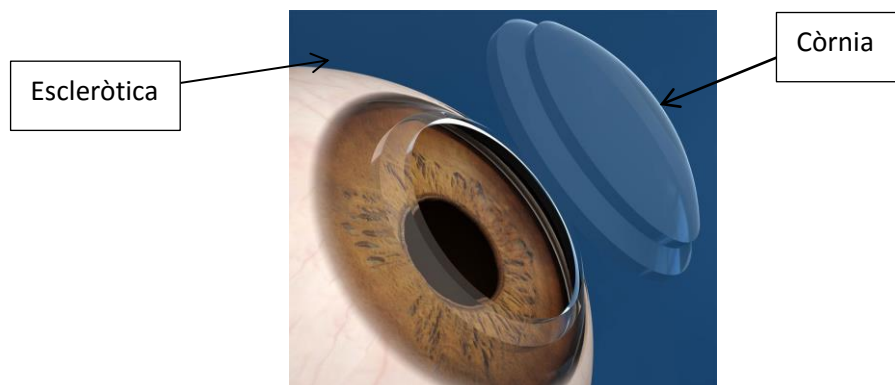


Figura 3: Representació de l'escleròtica i la còrnia en l'ull humà

Capa mitja: úvea

Aquesta capa mitja, de naturalesa vascular², està formada per la coroides, el cos ciliar i l'iris, tal com s'indica a la *Figura 4*.

A la part més externa de la capa mitja es troba l'iris, una membrana en forma de disc que presenta al seu centre una obertura mòbil i rodona anomenada pupil·la. L'iris pot disminuir o augmentar el diàmetre de la pupil·la, de forma involuntària mitjançant dos músculs, per tractar d'admetre una quantitat major o menor de llum.

A la part posterior de l'iris es troba un epitelí³ pigmentat que li proporciona a l'ull el seu color característic. El color de l'ull està determinat per la quantitat de pigment, és a dir, els ulls blaus són els que contenen una menor quantitat de pigment, mentre que els ulls marrons i negres estan formats per epitelis més pigmentats. Aquests pigments impedeixen l'entrada de llum al globus ocular i només permeten que s'introdueixi per la pupil·la. Per aquest motiu les persones amb ulls clars són més sensibles a la llum brillant. La pigmentació dels ulls és un factor analitzat en aquesta recerca, per tractar de concloure si el color d'ulls influeix en la visió del color (*veure apartat 2.2.1 Anàlisi dels diferents factors que poden influir en la percepció del color*).

Per sota de l'escleròtica està la coroides, que recobreix el globus ocular. La seva funció és proporcionar a l'ull oxigen i aportar-li sang, així com també proporcionar nutrients a la retina.

Entre la coroides i l'iris s'interposa el cos ciliar, una estructura formada pels músculs i els processos ciliars.

El múscul ciliar s'encarrega de realitzar el procés d'acomodació propi del cristal·lí (*veure apartat 1.1.4 Medis transparents*) i de mantenir la seva posició mitjançant el lligament suspensori⁴. Aquest procés consisteix en l'augment o disminució de la curvatura i de la espessor del cristal·lí per aconseguir realitzar la seva funció: l'enfocament d'objectes a diferents distàncies. La variació de la curvatura és possible gràcies als músculs ciliars.

Els processos ciliars s'encarreguen de secretar el líquid que omple i farceix la càmera anterior, que s'anomena humor aquós (*veure apartat 1.1.4 Medis transparents*).

²Relatiu o pertanyent als vasos, principalment als sanguinis. (Catalana)

³Teixit que recobreix les superfícies externes i internes del cos. (Catalana)

⁴Grup de fibres que s'estén des de els músculs ciliars al cristal·lí. Subjecten i permeten el canvi de curvatura d'aquest. Aquestes fibres també són conegudes com ciliaris zònula, zònula ciliar, membrana de Zinn i la zònula de Zinn. (amhasefer.com, 2016)

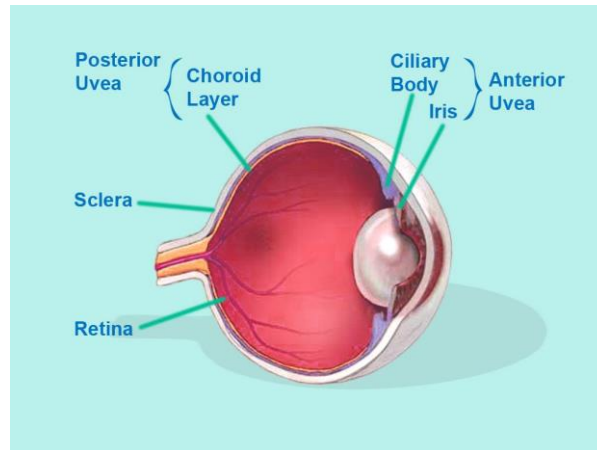


Figura 4: Estructura de la capa mitja úvea

Capa interna: retina

La retina és la capa fotosensible situada a la part posterior interna del globus ocular que s'encarrega de la recepció, elaboració i transmissió dels estímuls físics provinents del medi exterior. És transparent i consumeix molt oxigen. S'encarrega de convertir els estímuls lluminosos, que han travessat el cristal·lí, en senyals elèctriques mitjançant un procés anomenat transducció visual (*veure apartat 1.3 La via òptica*) i finalment, els envia a través del nervi òptic cap al cervell.

La retina, a la vegada, s'estructura en altres capes que contenen diferents tipus de cèl·lules i que per tant, realitzen funcions diferents a l'hora de captar, transformar i transportar l'estímul (*veure Figura 5*).

Per una banda, la capa externa de la retina conté unes cèl·lules fotoreceptores anomenades cons i bastons. Aquests dos tipus de cèl·lules receptores contenen molècules de pigment que es dissocien com a resposta a la llum, i aquesta reacció fotoquímica permet la producció de potencials d'axó en el nervi òptic. Dit en altres paraules, s'encarreguen de transformar la estimulació lumínica en impulsos nerviosos. Aquesta procés de conversió s'anomena transducció visual.

Els bastons són més nombrosos a la retina, ja que cada ull animal conté aproximadament 120 milions. Aquestes receptors proporcionen la visió en blanc i negre en condicions d'intensitat de llum baixa, el pigment que contenen s'anomena rodopsina.

Els cons són menys nombrosos en quantitat ja que cada ull conté entre 6 i 7 milions a la retina, i proporcionen una visió acurada del color quan les intensitats lluminoses són majors.

D'aquesta manera, la característica principal dels cons és la de permetre la percepció del color. La percepció cromàtica es duu a terme gràcies a la varietat de tres tipus de cons, cada un encarregat de captar un color determinat, que són el blau, el verd i el vermell, segons la part de l'espectre visible que el pigment, que conté cada con, absorbeixi millor la llum. Aquests colors de l'espectre visible, que són captats pels tres tipus de cons, són els colors que conformen el model cromàtic a la televisió, ordinadors... amb el sistema de representació del color RGB, que segueixen els píxels. (veure apartat 1.4.6 Model RGB).

Cada tipus de con conté una proteïna anomenada opsina, de diferent tipus, ja que són codificades per tres tipus de gens diferents, que són les que donen a cada con la seva absorció màxima específica.

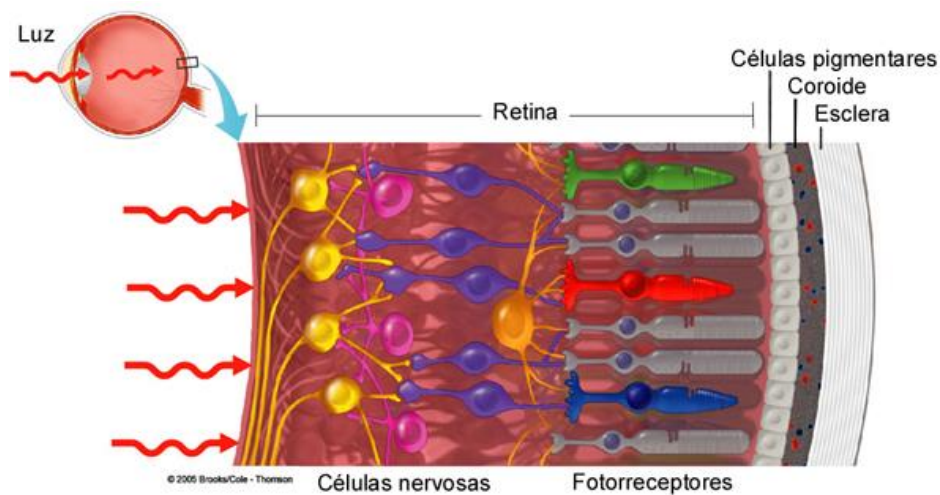


Figura 5: Procés de captació de la llum

Els axons dels cons i bastons mantenen sinapsis amb les dendrites de les cèl·lules bipolars, que conformen la capa mitja (veure Figura 6). Aquestes neurones s'encarreguen de transmetre les senyals que capten els cons i bastons a les cèl·lules ganglionars.

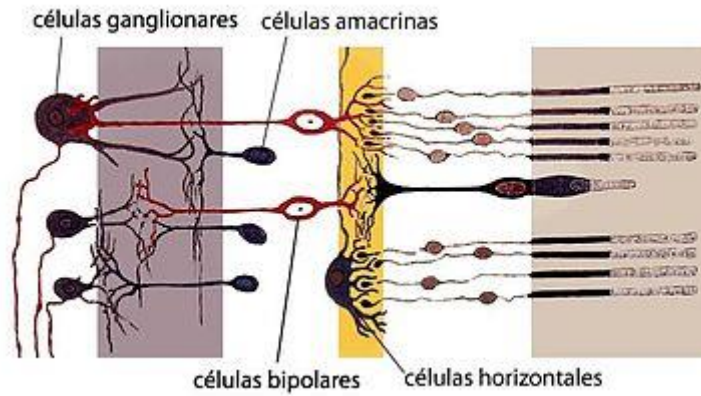


Figura 6: Dibuix de la capa mitja i la seva estructuració, segons Cajal (1911)

La capa interna es troba constituïda per les cèl·lules ganglionars, els axons d'aquestes són els que permeten la formació del nervi òptic (veure Figura 7), que transportarà les senyals elèctriques fins al Nucli Geniculat Lateral (Veure apartat 1.3.1 La via òptica). (Casanova & Ph DrVision & Control of Action (VISCA) groupDept)

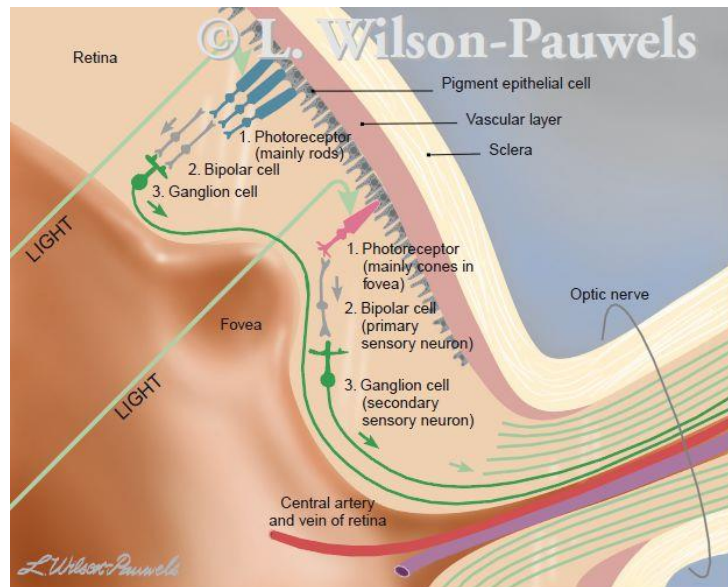


Figura 7: Imatge on s'observa la formació el nervi òptic

A part d'aquestes tres capes principals que conformen la retina, existeixen les capes plexiformes, formades per neurones d'associació (veure Figura 8). Per una banda, es troba la capa plexiforme externa, que és la que conté les cèl·lules horitzontals. La funció d'aquestes és la de connectar els fotoreceptors entre si, els cons amb els cons, els cons amb els bastons i els bastons amb els bastons.

Per l'altra banda, es troba la capa plexiforme interna, que és on es situen les cèl·lules amacrines encarregades de connectar algunes cèl·lules bipolars amb certes cèl·lules ganglionars, mitjançant la sinapsi.

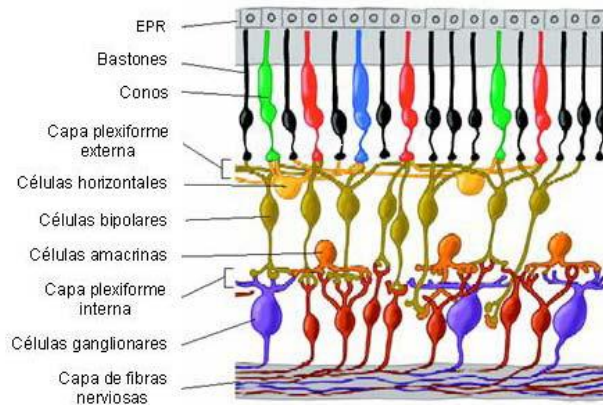


Figura 8: Il·lustració on es mostren els diferents tipus de neurones i la seva localització

A la retina, a més, destaquen dues regions situades entre la gran quantitat de fotoreceptors: el punt cec i la màcula lúcia. (veure Figura 9)

El punt cec o papil·la òptica, és insensible a la llum ja que en aquesta zona manquen els cons i bastons. També, és el lloc on el conjunt dels axons de les cèl·lules ganglionars abandonen la retina per dirigir-se cap al Sistema Nerviós Central, mitjançant el nervi òptic.

En aquesta capa tant funcional, es troba també la màcula lúcia o fòvea. És la part de la retina responsable de la visió central detallada i aguda (agudes visual). Conté una concentració molt alta de cons, aquesta composició que li proporciona la visió detallada. (W. Lusby, Zieve, & A.D.A.M. Editorial team., 2003)

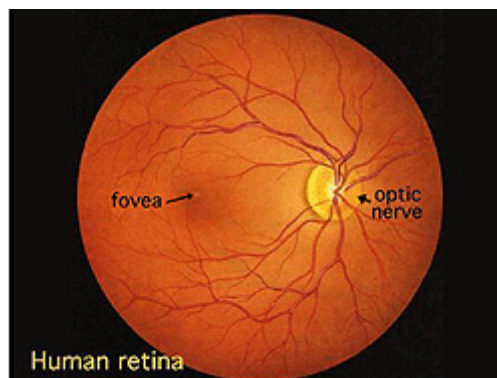


Figura 9: Fotografia de l'ull humà. Situació de la fòvea i la màcula lúcia

Projecció de la imatge sobre la retina

Les imatges que es formen al nostre cervell han patit una sèrie de processos i transformacions, entre els quals destaca la projecció de la imatge (estímul) sobre la retina. Aquest procés, que es descriurà a continuació, compleix una sèrie de característiques.

Primerament, les imatges del camp visual són projectades a les hemirretines corresponents de cada globus ocular, les nasals i les temporals, i seguidament, aquestes imatges (l'estímul) es projecten a la retina de forma inversa, ja que la llum pateix un procés de refracció.

Camp visual

La superfície de la retina es divideix en dues meitats, anomenades hemirretines, una és la hemirretina nasal, que és la més pròxima al nas, i l'altre és l'hemirretina temporal, que està situada al costat exterior de l'ull, tal com mostra la *Figura 10*.

El camp visual, que és la part del món extern que es projecta a la retina, es divideix en dues meitats: l'esquerra i la dreta. La meitat esquerra del camp visual es projecta sobre la hemirretina nasal de l'ull esquerre i sobre l'hemirretina temporal de l'ull dret i, la part dreta del camp visual es projecta sobre l'hemirretina nasal de l'ull dret i sobre la hemirretina temporal de l'ull esquerre.

Ara bé, la llum que prové de la regió central del camp visual, és captada pels dos ulls (*veure Figura 10*). Aquest espai central del camp s'anomena zona binocular. Aleshores, els raigs de llum procedents de les parts laterals del camp visual només penetren a la retina d'un ull, concretament a la retina nasal del ull que correspon la procedència de la llum. Aquestes zones s'anomenen zones monoculares, i són la dreta i l'esquerra.

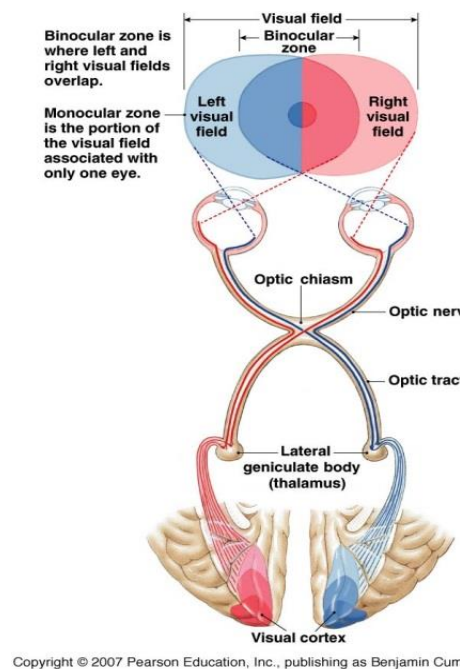


Figura 10: Diagrama del camp visual i de la divisió en hemirretines de la retina

Refracció

La llum que passa d'un medi, amb una densitat concreta, a un altre, d'una densitat diferent, pateix refracció, és a dir, modificació del seu grau d'inclinació.

El grau de refracció depèn de la diferència de densitats entre dos medis, i queda indicat en l'índex de refracció. La major part de la refracció de l'ull, té lloc a la còrnia, al voltant del 80%, ja que la transició des del medi aeri a la còrnia suposa el major canvi, pel que fa a la densitat, que experimenta la llum en l'índex de refracció. A més, el grau de refracció també depèn de la curvatura que presenti la superfície de contacte entre els medis. La curvatura de la còrnia és constant, però la curvatura del cristal·lí pot presentar variacions.

Per tant, el cristal·lí també intervé en el procés de refracció de la llum, al voltant del 20%. Les propietats de refracció del cristal·lí permeten el control acurat de l'enfocament de la llum sobre la retina. Com també intervenen l'humor aquós i el vitri.

Finalment, la imatge que es forma a la retina queda invertida degut al procés de refracció que pateix la llum al travessar aquests medis del globus ocular.

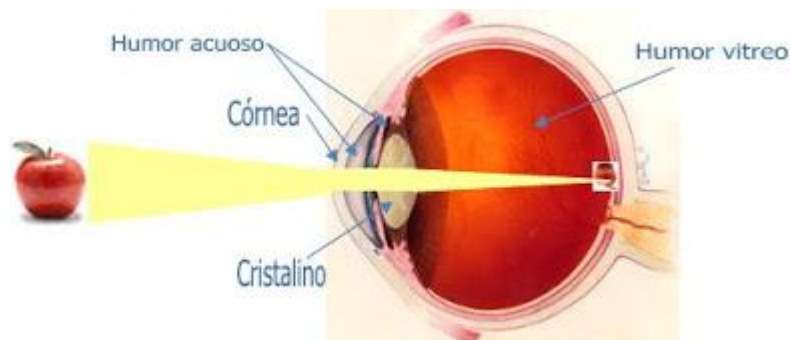


Figura 11: Representació del procés de refracció de la llum

1.1.3 Càmeres de l'ull

El globus ocular consta de tres càmeres: l'anterior, la posterior i la vítria, tal com indica la *Figura 12*.

La cambra o cavitat anterior es localitza entre la còrnia i l'iris i la cambra posterior es troba situada per darrere de l'iris i per davant del cristal·lí. Les dues cambres es comuniquen entre sí per l'orifici central de l'iris, la pupil·la. Estan omplertes d'humor aquós (*veure apartat 1.1.4 Medis transparents*) que es produeix en els processos ciliars.

La cavitat o càmera vítria es situa per darrere del cristal·lí i del cos ciliar i per davant de la retina i està farcida pel cos o humor vitri (*veure apartat 1.1.4 Medis transparents*).

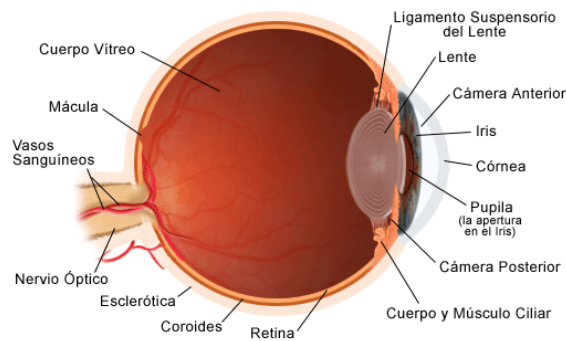


Figura 12: Representació del globus ocular i les seves parts. Localització de les càmeres de l'ull

1.1.4 Medis transparents

Els medis refrigerants són medis líquids i sòlids que els raigs de llum han de travessar per arribar a les zones nervioses destinades a la seva recepció (la retina). A la vegada, són transparents i refractants (*veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull: Refracció*) i per tant, permeten que la llum s'inverteixi al arribar a la retina. El sistema diòptric⁵ el formen l'humor aquós, l'humor vitri, el cristal·lí i la còrnia (*veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull*).

Els medis líquids són l'humor vitri (*veure Figura 13*) i l'humor aquós (*veure Figura 14*). Aquest últim, s'encarrega de mantenir la forma del globus ocular i de nodrir i oxigenar la còrnia i el cristal·lí. D'altra banda, l'humor vitri és un líquid gelatinós i transparent que ocupa gran part de l'ull, ja que està situat a la cambra vítria, la seva funció és també la d'amortir possibles traumes.

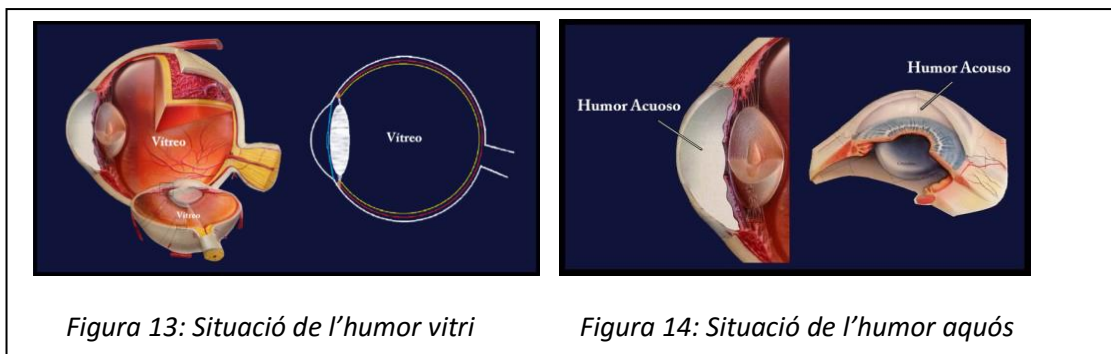


Figura 13: Situació de l'humor vitri

Figura 14: Situació de l'humor aquós

⁵Sistema format pels medis refractants.

Entre la càmera vítria i la càmera anterior es troba situat el cristal·lí, és una estructura transparent en forma de lent biconvexa⁶ posicionada darrere de l'iris i davant de l'humor vitri. (veure Figura 15).

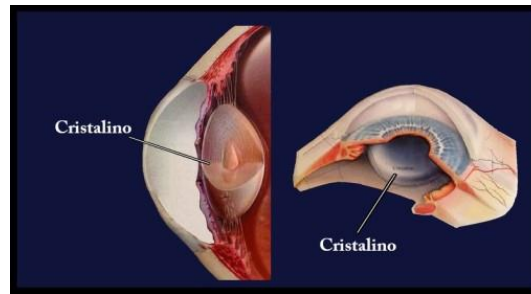


Figura 15: Situació del cristal·lí

1.1.5 Fisiologia de la visió del color

Per poder tenir l'experiència del color primer cal que un estímul lluminós arribi al globus ocular, seguidament travessi els diferents medis pels quals està format aquest òrgan sensorial, perquè, a continuació, pugui ser transformat en un impuls nerviós, que arribarà al cervell i serà interpretat i analitzat, obtenint així com a resultat el color (veure Figura 16).

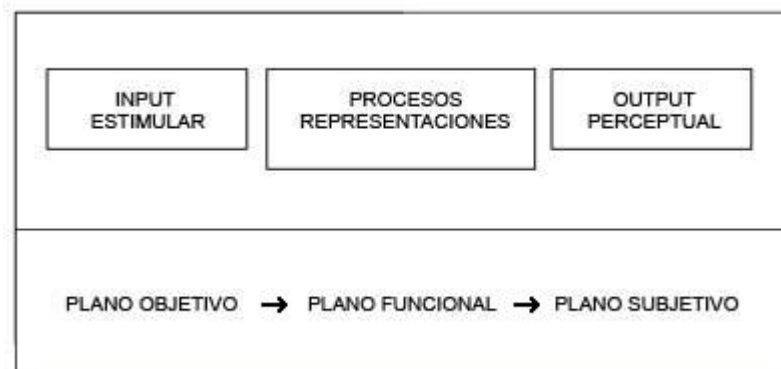


Figura 16: Procés perceptiu general

⁶Dit d'un cos limitat per dues superfícies convexes. (diccionari.cat)

Mitjançant la informació proporcionada per l'apartat *Anatomia i fisiologia de la visió* a continuació s'explicarà, de forma més detallada, el procés de la percepció cromàtica. Aquest procés es pot veure representat esquemàticament a la *Figura 17*.

El procés fisiològic de la visió visual, concretament del color, comença quan la llum (l'estímul) entra al globus ocular a través de la còrnia, una capa transparent, i segueix per la pupil·la, una membrana rodona en forma de disc situada al centre de l'iris. Després de que el raig de llum passi a través de la pupil·la, aquest traspasa el cristal·lí que és, com ja s'ha exposat anteriorment (*veure apartat 1.1.4 Medis transparents*), una estructura transparent en forma de lent biconvexa que permet que la llum s'enfoqui nítidament en la retina. La llum captada pateix un fet anomenat refracció i per aquest motiu, la imatge que es forma a la retina apareix invertida (*Introducció a la Psicologia*). Quan l'estímul lluminós ha arribat a la capa interna del globus ocular passa per les diferents cèl·lules que conformen les diverses capes de la retina: per les cèl·lules ganglionars, després per les bipolars i per últim, la llum arriba als cons i bastons. Els cons i bastons són les cèl·lules sensibles que s'encarreguen de transformar la informació que porta l'estímul (dades de l'espectre visible) en impulsos nerviosos, mitjançant un procés anomenat fototransducció. Conseqüentment, les cèl·lules ganglionars transportaran l'impuls elèctric generat, per mitjà del nervi òptic, que és el conjunt d'axons format per aquestes cèl·lules, fins al cervell on s'obtindrà la percepció del color. L'impuls nerviós arribarà al cervell travessant diferents òrgans o estructures nervioses que han estat descrites, junt amb la següent fase de transport de l'estímul, en l'apartat *El sistema nerviós* que es troba a continuació al punt 1.3.

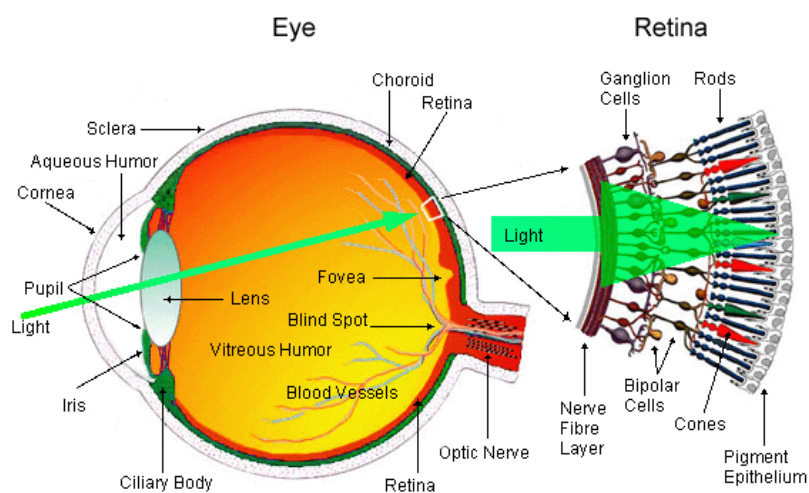


Figura 17: Diagrama on es representa el procés perceptiu visual

1.2 El procés perceptiu

1.2.1 Percepció i cognició de la realitat

Les persones, a través dels òrgans sensorials, capten la informació de l'entorn, l'analitzen i l'elaboren donant lloc al coneixement.

Tot coneixement adquirit al llarg de la vida s'ha assolit mitjançant els processos cognitius, és a dir, percebre, atendre, memoritzar, recordar i pensar.

Per accedir a aquesta informació, primerament els nostres òrgans sensorials han de captar els estímuls que donen lloc a les sensacions; la interpretació d'aquestes sensacions al cervell constitueix la percepció, que és un dels processos cognitius superiors com la memòria, l'aprenentatge, el raonament, etcètera.

Per definir aquest procés s'utilitzarà la informació del procés perceptiu de E. Bruce Goldstein (Goldstein, 2006), tal com es representa a la *Figura 18*.

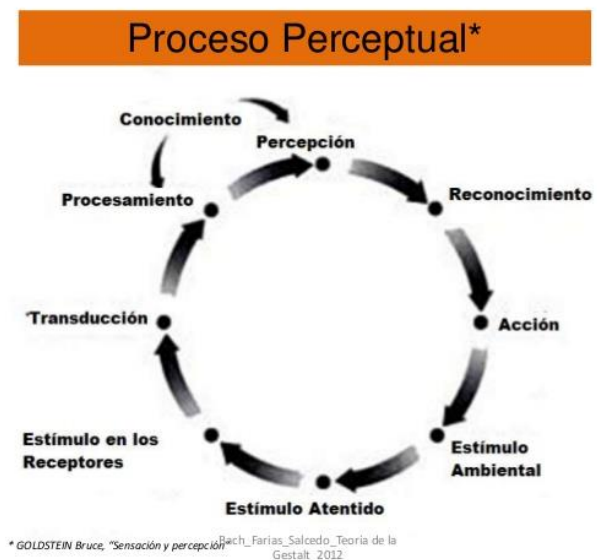


Figura 18: Diagrama del procés perceptiu de E. Bruce Goldstein (Goldstein, 2006)

1.2.2 El procés perceptiu: components

D'acord amb aquest autor, que ho representa amb el diagrama anterior (*veure figura 18*), tot procés perceptiu consta d'uns components, que són els següents:

L'estímul

Un estímul és tota aquella energia física, mecànica, tèrmica, química o electromagnètica que excita o activa un receptor sensorial. (Psicologia, Bachillerato, 2009) En aquest treball és l'ull.

El primer pas del procés perceptiu és la captació de l'estímul mitjançant els receptors, aquests són cèl·lules nervioses especialitzades que li permeten al cervell entrar en contacte amb el medi exterior i el medi interior de l'organisme, fet que es coneix com a captar els estímuls.

Per poder rebre informació dels medis, els organismes disposen de diversos tipus de sensors i receptors cadascun encarregat de captar d'uns estímuls determinats. Segons la classificació de Sherrington (1906) els exteroceptors són sensibles als estímuls que provenen de l'exterior del cos. Es troben localitzats superficialment. En aquest grup es troben els encarregats de fer possible la visió, com també la del color.

Un exemple d'un estímul visual seria quan una persona entra a una botiga de roba. L'escena es molt complexa per captar tots els estímuls i per tant, es fixa en una brusa que li atrau. Quan fixa la vista en aquesta peça, capta la seva imatge en els receptors de la retina. Per tant, l'estímul és la llum visible.

La sensació

D'aquesta primera fase en resulta la sensació, que s'origina, com s'ha esmentat a l'apartat anterior, quan els receptors sensorials detecten qualsevol tipus d'energia (estímul) sense que hagi estat elaborada o processada. Per que la sensació es produeixi són necessaris, per tant, els estímuls i els receptors per poder captar-los.

Seguint amb l'exemple, la sensació seria la imatge de la brusa retinguda a la retina.

Transducció

La transducció consisteix en la transformació de l'estímul en energia elèctrica, que serà recollida pel nervi òptic (*veure apartat 1.3.1 La via òptica*), i enviada al cervell.

En l'exemple, el model fòtic que crea la imatge de la brusa es converteix en energia elèctrica gràcies al milions de receptors visuals (cons i bastons).

La percepció

La següent fase del procés perceptiu consisteix en elaborar les percepcions. Aquestes es creen quan el cervell organitza i interpreta, de forma dinàmica i activa, les sensacions obtingudes, i d'aquesta manera, els hi dona un sentit. En aquesta etapa també es sintetitzen els estímuls i imatges procedents d'experiències anteriors, i per tant, la percepció constitueix la suma de les sensacions del moment i l'associació d'idees, juntament amb els records que resideixen a la memòria. D'aquesta manera, els factors individuals de l'individu condicionen la percepció *(veure apartat 1.5.2 Factors que influeixen en la percepció del color)*.

Precisament, en aquesta recerca, aquest fenomen es té molt en compte a l'hora d'estudiar les variables que poden condicionar la visió del vestit, que és l'objecte d'anàlisi.

Considerant l'exemple inicial, quan l'estímul de la brusa arriba al cervell, aquest processa la informació, analitzant-la i donant-li un sentit. Així, la persona és capaç de veure la brusa. Simultàniament, s'hi produeixen dos fases més: ella reconeix que és una brusa i realitza alguna acció, com la d'apropar-se per veure-la millor o tocar-la per analitzar-ne el material.

Aquestes dues noves etapes del procés són conegudes amb el nom de reconeixement i acció, i són conductes perceptives derivades del procés de percepció. *(veure figura 19)*

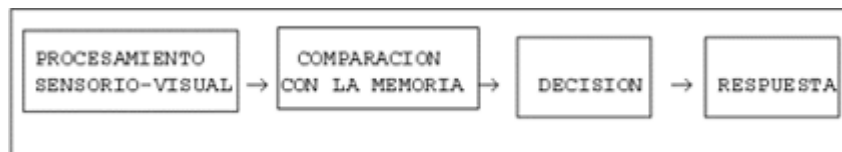


Figura 19: Simplificació del procés perceptiu de Goldstein. Extret de (Casanova & Ph DrVision & Control of Action (VISCA) groupDept).

1.3 El sistema nerviós

1.3.1 La via òptica

La via òptica constitueix el conjunt d'estructures nervioses encarregades de conduir l'impuls nerviós des de la seva recepció, al globus ocular, fins a les àrees del còrtex visual on és interpretat.

La transmissió de l'impuls elèctric la realitzen les neurones, que són les cèl·lules del teixit nerviós formades pel cos cel·lular i l'axó. Al cos cel·lular es troba el nucli i el citoplasma i, també, hi creixen unes prolongacions anomenades dendrites. La neurona està formada per una altra prolongació molt important que creix del cos cel·lular, anomenada axó. Mitjançant aquesta prolongació, l'impuls nerviós viatja de forma unidireccional. (veure Figura 20)

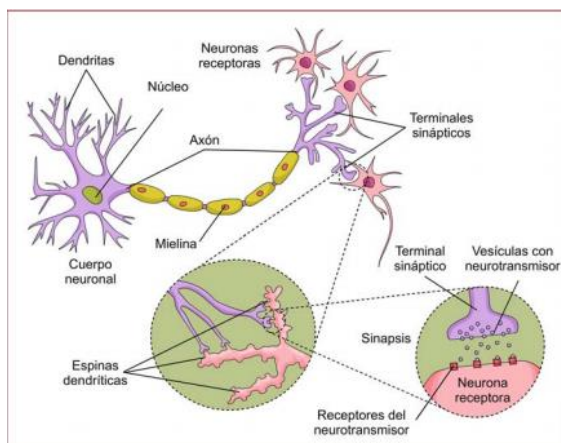


Figura 20: Representació de la organització en parts d'una neurona

A més, l'axó finalitza amb un seguit de ramificacions independents, les quals entren en contacte, i per tant traspassen l'impuls, amb un òrgan efector⁷ o amb una altra neurona.

A fi que la llum que arriba als receptors, situats a la retina, pugui ser conduïda a través de les neurones fins al cervell, cal que sigui transformada en l'impuls nerviós, aquest procés es coneix amb el nom de transducció (al qual ja s'ha referit anteriorment).

⁷“Dit de la cèl·lula, el teixit o l'òrgan que reacciona a l'estímul nerviós produint un treball mecànic o una substància, com és el cas dels músculs, òrgans elèctrics i lluminosos, cromatòfors, glàndules, etc. “
(Catalana)

La transducció visual o fototransducció és el procés mitjançant el qual un fotó⁸ genera una resposta nerviosa en els fotoreceptors (*veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull*). L'estimulació de la rodopsina dels bastons i les opsines dels cons activen una complexa cascada de reaccions com a resposta a la llum i així, es genera l'impuls nerviós seguint el patró fòtic que enregistra la retina.

Quan es genera l'impuls nerviós, es transmet mitjançant els axons de les neurones, com s'ha esmentat abans, i aquesta transmissió de l'impuls es coneix amb el nom de sinapsis.

Les neurones estan interconnectades entre elles, l'axó de la primera comunica amb les dendrites de la segona, sense que es produeixi un contacte, ja que està present un espai entre elles, a la vegada les neurones formen una gran xarxa, el teixit nerviós.

La sinapsis és el procés mitjançant el qual una neurona transmet un estímul a una altra. Aquest procés es realitza quan la neurona que transporta l'impuls elèctric (neurona presinàptica) allibera uns neurotransmissors⁹ o substàncies químiques que arriben als receptors de l'altra neurona (neurona postsinàptica) i desencadenen una sèrie de reaccions que permeten traspasar la senyal elèctrica a la següent neurona. A aquestes neurones postsinàptiques poden resultar excitades o inhibides, segons el tipus de neurotransmissor que s'alliberi.

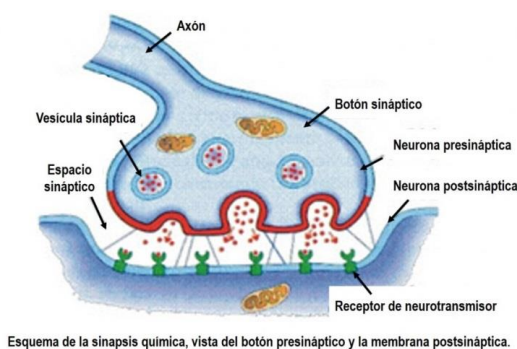


Figura 21: Representació de la sinapsi neuronal

⁸ “ Quàntum d'energia en forma de radiació electromagnètica emès o absorbit per la matèria.”
(Catalana)

⁹ Agents químics que viatgen fins les dendrites més pròximes.

En la il·lustració següent (veure Figura 22) s'observa l'esquema de les vies òptiques neuronals que intervenen en el procés de la percepció visual. Des de la recepció de l'estímul, en aquest cas un estímul lluminós, al globus ocular fins al seu processament al còrtex visual primari. Aquest procés es descriurà a continuació detalladament.

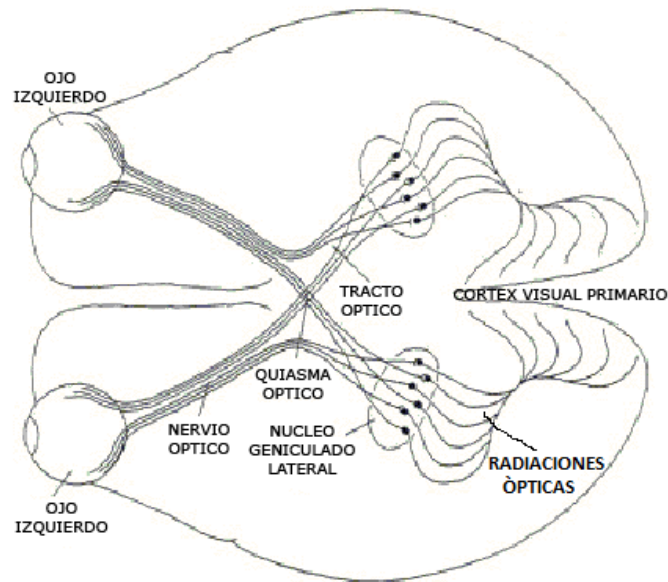


Figura 22 : Esquema de les vies òptiques neuronals

1.3.2 Nervi òptic

L'impuls nerviós, recollit pels cons i bastons és transportat pel nervi òptic al llarg, de quatre o cinc centímetres, des de la papil·la òtica (veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull: Capa interna) fins al Quiasma òptic.

Aquest nervi està format pel conjunt d'axons de les cèl·lules ganglionars (veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull: Capa interna) que s'uneixen en el punt cec de la retina per abandonar el globus ocular. A la vegada, el nervi òptic de cada ull es troba dividit en dos feixos de fibres corresponents a les hemirretines nasal i temporal. (veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull: Camp visual)

1.3.3 Quiasma òptic

El Quiasma òptic és l'estructura nerviosa on es produeix el creuament dels nervis òptics provinents dels dos ulls, d'on deriva la seva forma de "x" (veure figura 22).

Les fibres provinents de les hemirretines nasals es creuen i van a parar al tracte òptic oposat mentre que els nervis provinents de les hemirretines temporals no es creuen i mantenen la seva direcció lateral. Per aquest motiu, cada hemisferi cerebral contindrà informació visual dels dos ulls (dret i esquerre).

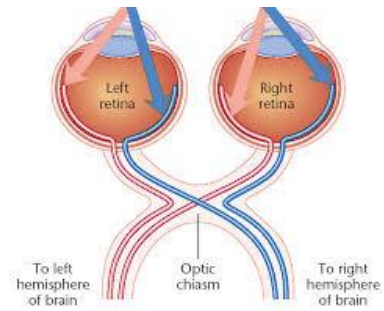


Figura 22: Representació del nervi òptic i el quiasma òptic

1.3.4 Tractes òptics

Els tractes òptics s'inicien a la zona següent posterior al Quiasma. En aquest tram s'hi troben les fibres nervioses procedents de les dues hemirretines que es reorganitzen encara que continuen estant separades (veure Figura 23). Una gran part dels tractes connecten amb el Nucli Geniculat Lateral esquerre o dret del Tàlem¹⁰ però un altre petit conjunt de fibres abandona abans el tracte cap el tubercle quadrigemin on s'hi produiran els reflexes oculomotors¹¹ i el conjunt restant es dirigirà cap a l'àrea pretectal on es duran a terme els reflexes pupil·lars¹².

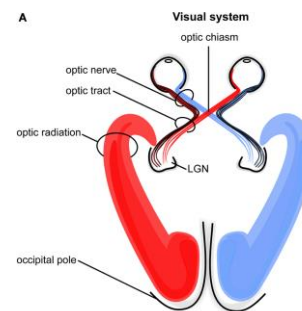


Figura 23 : Sistema visual. Localització tracte òptic (optic tract)

¹⁰ Zona situada al centre del cervell (diencèfal) on finalitzen la majoria de les vies sensitives.

¹¹ Els tubercles **quadrigèmins** situats al mesencèfal coordinen els moviments dels ulls (moviments oculomotors) donant resposta als estímuls visuals.

¹² Zona del hipotàlem (diencèfal) que controla l'entrada de llum a l'ull (reflexes pupil·lars) fent contraure o expandir la pupil·la.

1.3.5 Nucli Geniculat Lateral (NGL)

El Nucli Geniculat Lateral és la estructura nerviosa, situada a la base del còrtex cerebral, on els axons de les cèl·lules ganglionars connecten amb les neurones que conté aquest situades al seu mateix nivell (veure figura 24).

Aquesta estructura nerviosa està formada per sis capes (numerades del 1 al 6). Respecte a aquesta organització, les fibres de la hemirretina temporal acaben a les capes 2, 3, 5 i les fibres de la hemirretina nasal a les capes 1, 4 i 6. La sinapsi resultant de la connexió, entre els tipus de neurones de diferent procedència, codifica una part de les senyals nervioses i elabora més informació visual. El NGL també s'encarregarà de filtrar i seleccionar la informació que hi ha arribat.

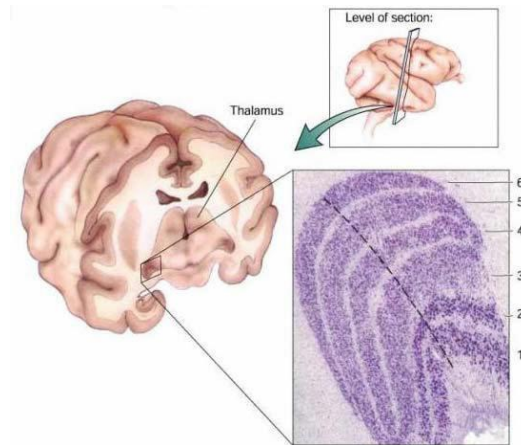


Figura 24: Nucli Geniculat Lateral (NGL) i les seves capes

1.3.6 Radiacions òptiques

Les noves fibres que s'han originat de cada una de les capes abandonen el Nucli Geniculat Lateral (NGL) mitjançant dos feixos de fibres, un per cada hemisferi cerebral, i continuen transportant l'estímul físic mitjançant les anomenades Radiacions òptiques. Aquests allargaments dels axons finalitzen a les àrees visuals del Còrtex cerebral.

1.3.7 Còrtex Cerebral

El Còrtex visual (veure Figura 25) es troba situat al lòbul occipital del cervell, per darrere dels lòbuls parietals i temporals (veure Figura 26). És l'última fase de la via òptica on la informació visual finalment és processada.

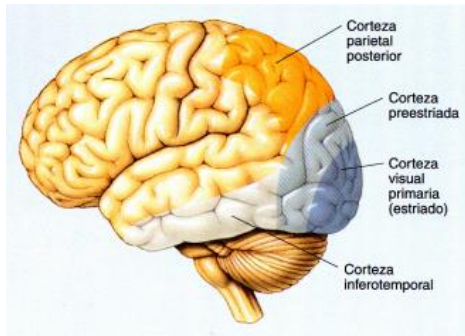


Figura 25: Àrees visuals del còrtex cerebral

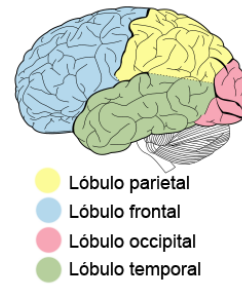


Figura 26: Subdivisió del còrtex cerebral en lòbuls

El lòbul occipital està compost per l'àrea primària, secundària i terciària.

- L'àrea visual primària o còrtex estriat (V1) es correspon amb l'àrea 17 de Brodmann (veure Figura 27). Es troba situada a la regió més posterior del lòbul occipital al voltant de la Cissura Calcarina o solc calcari¹³. Aquesta àrea (V1) està totalment organitzada de forma inversa al camp visual (esquerra-dreta i superior-inferior) per tant, quan es fusiona la informació provinent dels dos ulls i s'analitza, es fa respecte l'orientació inversa dels estímuls en el camp visual.

Les àrees següents també anomenades àrees d'associació donen un significat als objectes processats per l'àrea visual primària ja que analitzen, identifiquen i interpreten aquesta informació.

- L'àrea visual secundària (V2) es correspon amb l'àrea 18 de Brodmann (veure Figura 27). Està constituïda per dues regions diferents, l'escorça preestriada i la inferotemporal. Aquestes dues zones presenten també una distribució retinotòpica¹⁴. L'escorça preestriada es troba situada al voltant de l'àrea visual primària, és una zona relacionada amb la memòria i l'associació amb experiències visuals passades. En canvi, l'escorça inferotemporal es troba situada a la zona inferior del lòbul temporal i està relacionada amb el reconeixement de figures.

¹³Solc horitzontal, llarg i profund, que s'estén des de la cara interna dels lòbuls occipitals (zona posterior del cervell) fins la cissura perpendicular (hemisferi cerebral).

¹⁴ Disposició idèntica a l'organització de la retina. (veure apartat 1.2.1 Capes de l'ull: Projectió de la imatge sobre la retina).

-L'Àrea visual terciària (V3, V4 i V5) es correspon a l'àrea 19 de Brodmann (veure Figura 27). Aquestes zones reben aferències¹⁵ de V1 i de V2. Les diferents zones de l'àrea visual realitzen diferents funcions o són sensibles a diversos aspectes del camp visual. En primer lloc, les cèl·lules de V3 són sensibles a la orientació i a la desigualtat binocular¹⁶. En segon lloc, V4 participa en l'anàlisi del color i la forma dels estímuls visuals i per finalitzar, V5 col·labora amb la percepció del moviment.

Veure la Figura 28 per obtenir informació sobre la localització exacta del conjunt de les zones visuals primàries i d'associació.

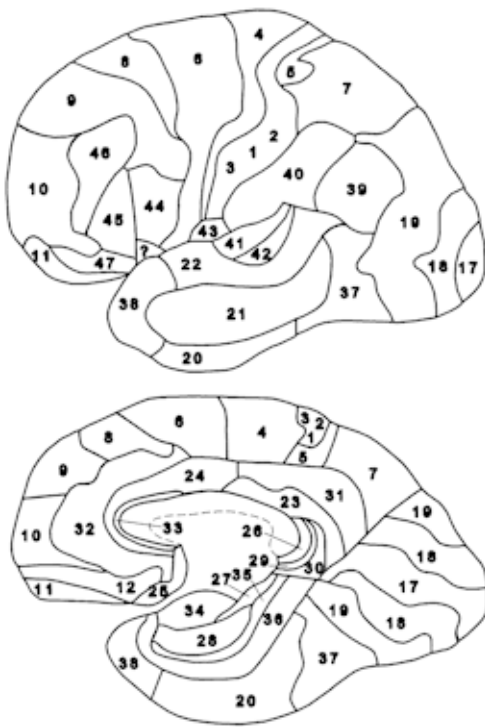


Figura 27: Àrees de Brodmann

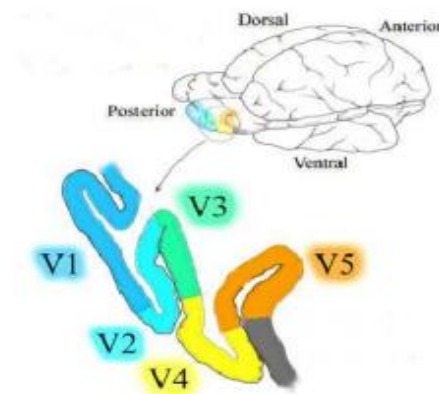


Figura 28: Distribució de les àrees visuals primària i d'associació

¹⁵ Que transmet sang, limfa, altres substàncies o un impuls energètic des d'una part de l'organisme a una altra que respecte d'ella és considerada central. (Espanyola, 2016)

¹⁶ Fet en que cada ull veu les coses des d'un angle diferent al de l'altre perquè tots dos estan separats per certa distància. (Melado, 2000)

1.4 El color

El color s'explica, segons els físics, com una funció de la llum. Els orígens d'aquesta funció daten del segle XVII, quan el famós físic i matemàtic Isaac Newton va demostrar, entre altres coses, que la llum solar conté tots els colors de l'arc de Sant Martí. Ho va descobrir mitjançant la canalització d'un raig de llum a través d'un prisma situat en una habitació fosca. Quan el raig de llum solar travessava el prisma quedava desviat o refractat (*veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull: Projectió de la imatge sobre la retina*) cap a una paret blanca (situada darrere el poliedre), i a la vegada, descompon els set colors bàsics de l'arc de Sant Martí (espectre visible¹⁷): vermell, taronja, groc, verd, blau, anil i violeta (*veure figura 29*).

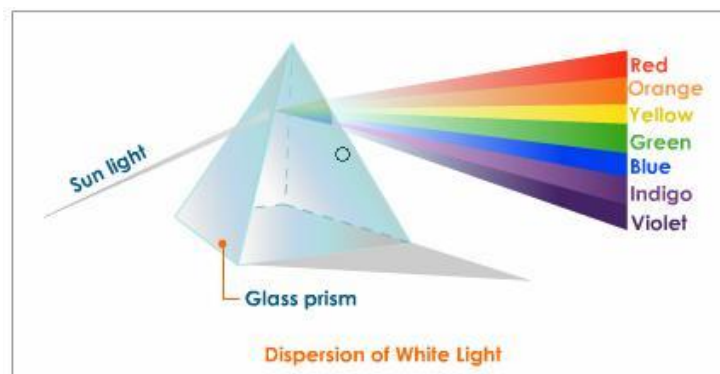


Figura 29: Imatge que exposa la descomposició dels raigs de llum per Newton

A més a més, Newton va voler experimentar el procés contrari a la descomposició de la llum blanca, que era la seva síntesi a través dels set colors que la componien. Va crear un disc (disc cromàtic de Newton) en el qual va col·locar els set colors que ell denominava primaris i el va fer rotar a velocitats molt altes, fet que li va fer possible la visió d'un disc blanc. (*Veure figura 30*).

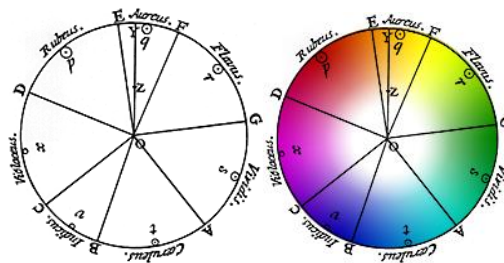


Figura 30: Disc cromàtic de Newton

¹⁷Veure apartat següent.

1.4.1 La llum visible

El Sol emet radiació electromagnètica que arriba a la Terra en forma de radiacions infraroges, radiació ultraviolada i llum visible. L'atmosfera absorbeix la majoria de la quantitat de radiació ultraviolada i part de la radiació infraroja, ja que només permet el pas de longituds d'ona inferiors a 290 nanòmetres (nm) i superiors a 2.400 nm.

Tenint en compte que la de definició de longitud d'ona: *“En la propagació d'un moviment ondulatori, distància mínima entre dos punts que es troben en el mateix estat de variació.”* (Catalana)

S'observa que l'espectre visible comprèn les longituds d'ona d'entre 400 nm i 700 nm aproximadament, per tant, l'ull humà capta la llum visible dintre d'aquests paràmetres. Per aquest motiu, l'experiència del color ve determinada per les diferents longituds d'ona que incideixen sobre les diferents superfícies. Tal com ho detalla el quadre següent (veure Figura 31):

Luz visible		
Color	Frecuencia	Longitud de onda
Violeta	668–789 THz	380–450 nm
Azul	631–668 THz	450–475 nm
Ciano	606–630 THz	476–495 nm
Verde	526–606 THz	495–570 nm
Amarillo	508–526 THz	570–590 nm
Naranja	484–508 THz	590–620 nm
Rojo	400–484 THz	620–750 nm

Figura 31: Longituds d'ona dels colors que formen la llum visible

“El color és la sensació provocada pels raigs lluminosos que impressionen els òrgans visuals i que depèn de la longitud d'ona. (RAE)”

Així, les característiques essencials del color són:

- el to o el matis
- la saturació o intensitat i la lluminositat
- la brillantor o valor

1.4.2 To o matís

Els diversos tons o matisos permeten la visió d'un color o un altre i per tant, permeten diferenciar-los, per exemple: blau, vermell, groc, taronja... Aquesta diferenciació, tal com s'ha indicat abans, és possible gràcies a les diferents longituds d'ona de l'energia lluminosa. Les longituds d'ona curtes (al voltant dels 450 nm) provoquen sensacions de to blau, les longituds d'ona mitja (al voltant dels 560 nm) permeten tons verds i grocs i les longituds d'ona llargues (al voltant dels 700 nm) faciliten la visió de tons vermells i taronges (*veure Figura 32*).

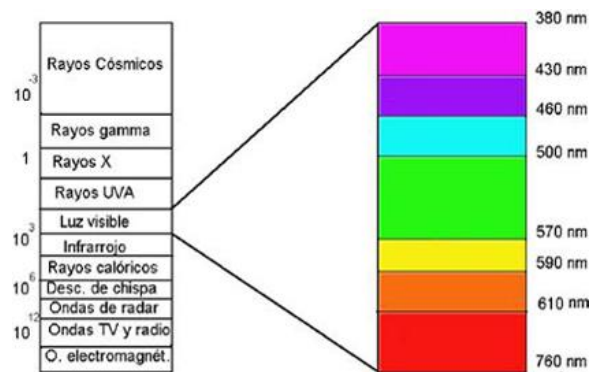


Figura 32: Representació de les diferents tonalitats que conformen l'espectre visible

1.4.3 Saturació o intensitat

Aquesta propietat correspon a la mesura de la puresa o intensitat relativa d'un color. Els colors purs i vius de l'espectre estan altament saturats. La saturació pot variar de quatre maneres: mitjançant l'addició d'un color neutre, o l'addició d'un color blanc, o la d'un color negre o gris, o, la quarta manera, agregant un pigment complementari al color analitzat. Per tant, un color es troba en el seu estat més intens i pur quan no li han afegit blanc, ni negre, ni gris, ni cap altre color, aleshores es parla d'un color altament saturat. (*veure Figura 33*)



Figura 33: Representació de la diferència de saturació o intensitat respecte els colors centrals

1.4.4 Luminositat, brillantor o valor

És el grau de claredat o de foscor que hi ha en un color. Mitjançant l'addició de blanc s'obtenen valors de lluminositat més alts en els colors encara que, amb la barreja de negre disminueixen. Així, els colors clars (alts), com per exemple el groc, reflecteixen més llum, mentre que els foscos (baixos), com el violeta, n'absorbeixen en major quantitat.



diferencia de luminosidad o valor

Figura 34: Representació de la diferència de lluminositat respecte als colors centrals. Si al mateix blau, se li agrega negre, dóna lloc a colors amb valors més baixos (foscos) en canvi, si a aquest se li afegeix blanc s'obtenen colors amb valors més als (clars).

1.4.5 Tipus de barreges

Les combinacions dels diferents colors primaris (vermell, verd i blau) permeten que es formin dos tipus de barreges segons la naturalesa del color: l'additiva i la barreja sostractiva.

Barreja additiva

Consisteix en la formació de colors a partir de la suma de les diverses llums amb les seves longituds d'ona corresponents. La suma dels colors primaris additius: vermell, verd i blau, en parts iguals forma el color blanc. D'altra banda, la falta d'algun d'aquests tres colors origina el negre, ja que es l'absència de llum. Una altra propietat d'aquests colors primaris es que la suma de dos d'ells, a parts iguals, origina un color secundari, com per exemple: vermell + verd = groc, verd + blau = cian i vermell + blau = magenta. A més, cada color primari té un color complementari que és el to que li manca al color primari per ser blanc, per exemple: el complementari del vermell és el cian, del verd el magenta i del blau el groc. (veure Figura 38)

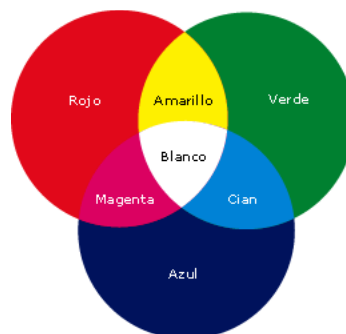


Figura 38: Mostra dels colors que formen la barreja additiva

Els diferents colors complementaris dels píxels estudiats es situen a l'apartat 1.2.2 Informació sobre els píxels del vestit.

Barreja sostractiva

Es refereix a la obtenció de colors per barreges de pigments. Els colors primaris sostractius són els colors complementaris de la barreja additiva i són el cian, el magenta i el groc.

Els colors sostractius primaris es creen mitjançant l'absorció de certes longituds d'ona i la reflexió d'altres. El color que l'ull humà pot percebre es forma quan la llum blanca incideix sobre una superfície o material i els pigments de colors d'aquest absorbeixen totes les longituds d'ona menys la del color del que estan formats, que a reflexa i per tant l'ull la capta.

Per exemple, un làmina vermella absorirà les longituds d'ona de tots els colors que componen l'espectre visible menys la que pertany al color vermell, que la reflectirà i per tant, la làmina es podrà percebre de color vermell. Aquest fet ocorre de manera igual amb els altres colors amb l'excepció del gris que absorbeix totes les longituds d'ona i en resulta aquest color, i el blanc que les reflecteix totes i l'ull humà percep el color blanc. (veure Figura 39).

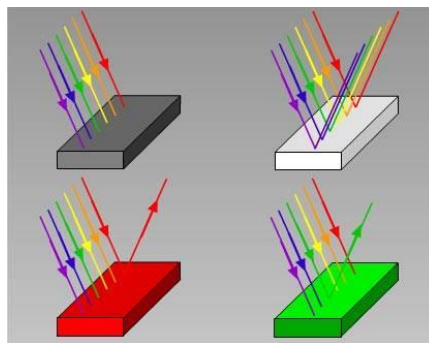


Figura 39: Representació de la incidència de les diferents longituds d'ona sobre les superfícies

Aquesta barreja compleix una sèrie de propietats; la mescla de dos colors primaris sostractius origina un color secundari (primari additiu), per exemple: magenta + cian= blau, groc + cian= verd i magenta + groc= vermell. (veure Figura 40)

A més, la suma dels tres primaris sostractius a parts iguals origina el negre, que es defineix també com l'absència de color. D'altra banda, la falta dels tres primaris crea el blanc, ja que conté tots els colors additius, no sostractius.

Finalment, el color complementari (invers) de cada primari es defineix com el color que li manca al primari per ser negre, per exemple: el complementari del cian és el vermell, del magenta el verd i del groc el blau.

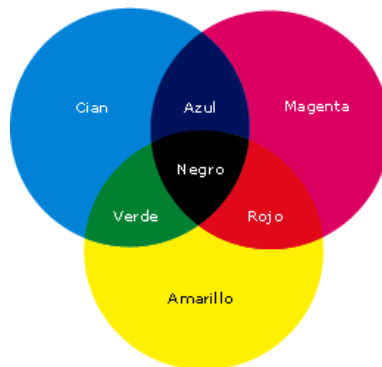


Figura 40: Exposició dels colors que formen permeten la barreja sostractiva

1.4.6 Sistemes de representació dels colors

Model RGB

El model RGB és un sistema de representació dels colors que es basa en la barreja additiva de les intensitats dels colors primaris: vermell (Red), verd (green) i blau (blue). El seu nom (RGB) prové de les sigles dels colors primaris en anglès. Mitjançant la mescla additiva de les llums d'aquests tres colors és possible representar-ne qualsevol.

La representació es duu a terme a partir de l'associació d'uns valors determinats a cadascun dels colors primaris. Així, el 0 significa que el color assenyalat no intervé en la barreja, però a mesura que aquest valor augmenta la intensitat del color és més alta a la composició cromàtica.

A cada color li correspon una posició en el codi, d'aquesta manera, el vermell es codifica: (255, 0, 0), el verd: (0, 255, 0) i el blau (0, 0, 255). Altres colors compostats de la combinació o absència d'altres colors es representen de la següent forma: negre (0, 0, 0), groc (255, 255, 0), cian (0, 255, 255), magenta (255, 0, 255) i blanc (255, 255, 255). (veure Figura 41)

Els models RGB s'utilitzen als aparells electrònics amb pantalla. Aquestes pantalles estan formades per píxels; un píxel és una superfície minúscula que es defineix per la seva lluminositat i color individuals, és a dir, cada píxel està format pel conjunt de tres punts, un vermell, un verd i un blau, que brillen cadascun amb una determinada intensitat (veure Figura 42 i 43).

En aquesta recerca s'estudien els diferents píxels que componen el vestit *TheDress*, es pot trobar informació sobre aquests a l'apartat 1.2.2 *Informació sobre els píxels del vestit* i a més, es poden trobar també al marc pràctic diferents paràmetres analitzats, arran d'aquestes eines d'estudi.

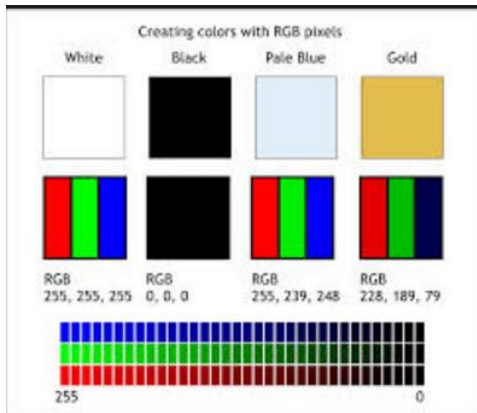


Figura 41: Imatge que exposa les tonalitats del model RGB que componen certs colors

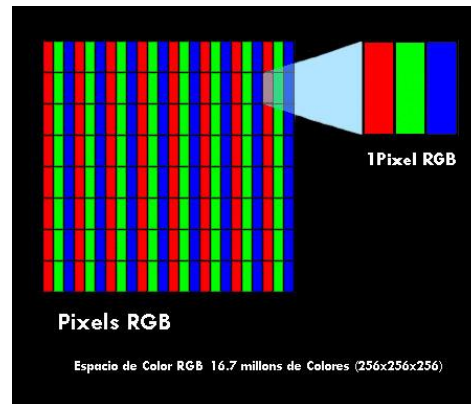


Figura 42: Representació de l'estructura cromàtica d'un píxel

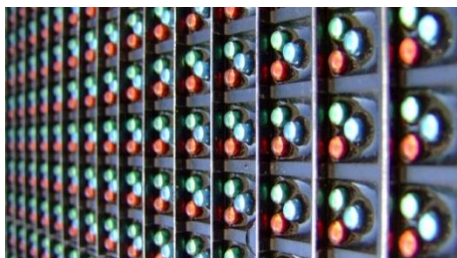


Figura 43: Fotografia on es presenten varis píxels reals

RGB HEXADECIMAL

El mètode més utilitzat per indicar colors és el mètode RGB hexadecimal, aquest s'utilitza en totes les pàgines web.

Aquest model utilitza un sistema numèric alternatiu que fa servir 16 símbols per representar els números anomenat sistema numèric hexadecimal. Com que només es coneixen 10 símbols numèrics (sistema numèric decimal), aquest mètode de representació utilitza també lletres (de la A a la F). D'aquesta manera, després del 9 no va el 10 sinó la A. Així, la lletra B equival al número 11, la C al 12, la D al 13, la E al 14 i la F al número 15.

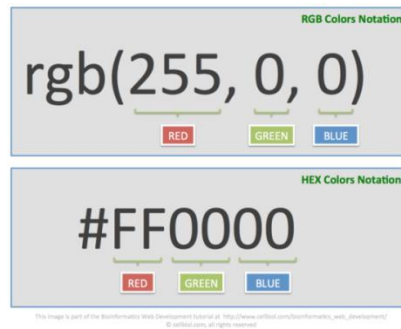


Figura 44: Representació numèrica d'uns valors al model RGB i al model RGB hexadecimal

1.5 Percepció del color

El color es una de les característiques més comunes de l'entorn exterior o realitat. Els colors apareixen en tot moment: en realitzar qualsevol acció, per descriure sentiments i emocions com el vermell per la passió, el groc per designar l'alegria, el blanc la puresa... També els utilitzem per designar i simbolitzar conceptes de la realitat; així per exemple, el verd significa naturalesa, el vermell perill, el daurat elegància, etc.

“Malgrat la nostra familiaritat amb els colors , de vegades els donem per fet i, igual que succeeix amb les nostres capacitats perceptives: no sempre les valorem del tot fins que perdem la capacitat d'experimentar-les.” (Goldstein, 2006)

Precisament, en aquesta recerca es qüestiona el fet de veure els colors i es planteja com el cervell processa aquest adveniment. Com ja s'ha esmentat anteriorment, es té en compte el fenomen social, relatiu a la visió del color, observable del vestit *TheDress*.

1.5.1 Teories explicatives de la percepció del color

1. TEORIA TRICROMÀTICA

Aquesta teoria va ser elaborada per Thomas Young l'any 1802 i reformada per Herman Helmholtz l'any 1852. A partir dels experiments realitzats per Maxwell (ANY) sobre la identificació i correspondència dels colors, es va observar que es podia aconseguir la majoria dels colors superposant tres tipus de llums diferents amb longituds d'ona també diferents. Aquests tres tipus de llums són els anomenats colors primaris i el resultat de la superposició de llums s'anomena barreja additiva. *(veure apartat 1.4.5 Tipus de colors i barreges)*

Aquest fet els va fer pensar en l'existència de tres estructures de fotoreceptors amb sensibilitats diferents i per tant, capaces de captar les diferents longituds d'ona. La diferència entre els tres fotoreceptors es basava en la presència d'un pigment diferent en els cons *(veure apartat 1.1.2 Capes de l'ull: Capa interna)*. Aquests pigments absorbién específicament les longituds d'ona curta (419 nm), de mitjana (531 nm) i de llarga (558 nm) que corresponien, respectivament, als colors blau, verd i vermell. *(veure Figura 45)*

No obstant el descobriment dels pigments als cons, aquesta teoria no permet explicar ni els post efectes cromàtics negatius¹⁸, ni el fenomen del contrast simultani de colors *(veure l'apartat següent Teoria dels Processos oposats)*.



Figura 45: Exposició dels diferents colors obtinguts a partir de la suma de dos colors primaris

2. TEORIA DELS PROCESSOS OPOSATS

¹⁸ Els postefectes cromàtics negatius són aquelles imatges que produeixen en la nostra visió una sensació irreal, s'anomenen negatius perquè la sensació que es produeix es fa en els colors contraris als vistos, els seus negatius.

La teoria dels processos oposats va ser formulada per Ewald Hering el 1878 i pretenia explicar els fenòmens que no podien ser entesos amb la teoria tricromàtica.

Sostenia que el blanc i el groc no eren sensacions compostes de color, sinó que eren tan pures o primàries com la del vermell, verd i blau. Formulava també que la visió del color es duia a terme mitjançant l'aparellament de diferents colors de manera oponent. Dit amb altres paraules, cada receptor produïa dues respostes antagòniques entre si. Aleshores, la major estimulació d'una d'aquestes donaria lloc al matís corresponent, mentre que si les dues respostes eren estimulades per igual, s'anul·laven per ser complementaris i apareixia la sensació de gris, com passa en la barreja sostractiva de colors (*veure apartat 1.4.5 ipus de colors i barreges*).

La teoria es va comprovar experimentalment, utilitzant làmines de colors, mitjançant procediments psicofísics per Hurvich i Jameson (1957). (*veure Figura 46*)

També van observar que es produïa un contrast cromàtic simultani si una figura grisa es trobava sobre un fons blau, vermell o blanc ja que semblava que el gris sigues groc, verd o negre, respectivament. Aquest fenomen s'experimenta en aquesta recerca.

També descobriren que a la barreja de dos colors oponents (complementaris) no podien ser reconeguts cap dels colors barrejats, per exemple: no existia un blau-groguenc ni un vermell-verdós. A més a més, les persones que patien ceguesa a un color, també presentaven ceguesa al seu color oponent. Per exemple: ceguesa al verd i al vermell.

Aquesta teoria també suposa l'existència de tres tipus de mecanismes amb localitzacions combinades, no només en la retina, sinó també en el NGL i el còrtex visual.

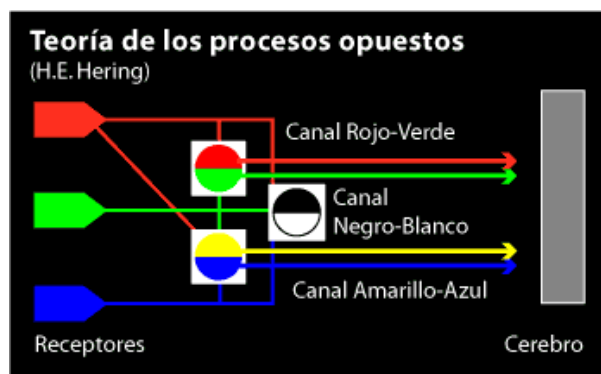


Figura 46: Explicació de la Teoria dels Processos oposats

cadascú percep presenten diferències dels que percep una altra persona. És a dir, existeixen tantes possibilitats del mateix color com persones hi hagi, ja que cadascú percep els colors de formes diferents.

Els factors que influeixen en la percepció del color, que és el que s'analitza en aquesta pràctica, es poden dividir en els factors externs al subjecte, que responen als processos característics de la creació i característiques del color, i en els factors interns del subjecte que depenen exclusivament de l'individu que l'observa.

1. FACTORS FÍSICS

En la percepció del color dels éssers humans influeixen diversos factors (Casanova & Ph DrVision & Control of Action (VISCA) groupDept), entre d'altres els característics de l'estímul percebut, en aquest cas del color:

a. Longitud d'ona

Els diferents colors que percebem responen als diferents tipus de longitud d'ona (*veure apartat 1.4.1 La llum visible*) que estimuli les cèl·lules fotoreceptores (cons), ja que així es com s'obtenen les sensacions de color.

b. L'àrea circumdant

L'aparença d'un color pot canviar segons el color de les àrees o superfícies adjacents. Aquest efecte rep el nom de contrast simultani (*veure apartat 1.5.1 Teories explicatives de la percepció del color: Teoria dels Processos oponents*), que es comprovar en la figures 47 i 48 següents.

Fixa't en la imatge, diries que els rectangles de mida petita són del mateix color que el del seu costat?

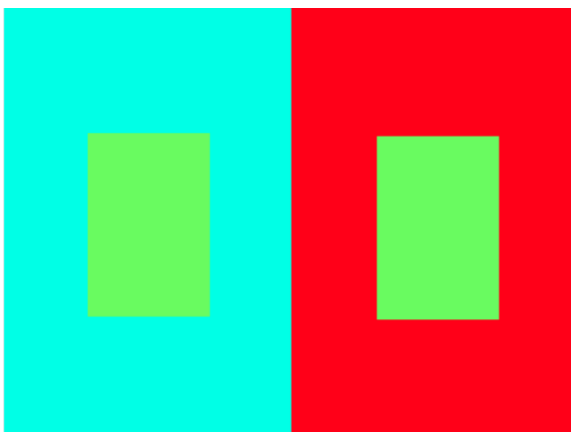


Figura 47: Exemple de contrast simultani

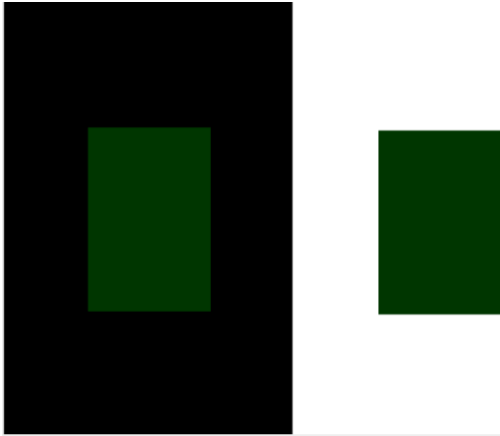


Figura 48: Exemple de contrast simultani

Encara que no ho sembli, en aquestes figures, els dos rectangles petits situats al mig són del mateix color però estan superposats en dos fons diferents que aquests últims, a la vegada, són de colors complementaris.

Es pot observar en la *figura 47* que el rectangle verd sobre el fons blau es percep d'un to més fosc, i en canvi, el rectangle verd situat en el fons vermell es pot percebre d'un to més clar.

De la mateix manera, en la *figura 48* el rectangle verd superposat sobre el fons negre es veu més clar, comparat amb el rectangle situat sobre el fons blanc que es pot percebre d'un color verd més fosc. A la vegada, els rectangles de l'interior es perceben amb d'un to complementari al color de fons sobre el que es situen (*veure apartat 1.4.5 Tipus de colors i barreges, per la definició de color complementari*).

D'aquesta manera es pot observar i comprovar l'efecte del contrast cromàtic simultani.

c. La quantitat d'il·luminació que incideix sobre l'objecte

La quantitat i el tipus d'il·luminació que incideixen sobre l'objecte fan que percebem la superfície o objecte amb major o menor brillantor. Un efecte que descriu aquest fet és a constància del color (*veure apartat 1.5.1 Teories explicatives de la percepció del color: Teoria Retinex*), aquesta argumenta que, per exemple, les persones tendeixen a afirmar que una camisa és blanca tant si es troba sota la llum del sol com sota la dèbil il·luminació de la lluna. Tot i així, la camisa il·luminada per la llum de la lluna es percebuda molt més fosca. A partir d'aquest exemple definim que aquest efecte respon a la tendència a percebre els objectes d'un color constant, encara que les condicions d'il·luminació canviïn. (*veure Figura 49*)

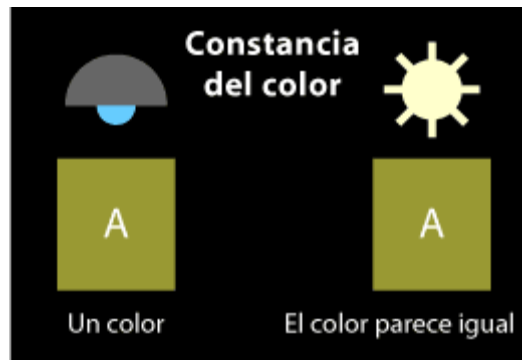


Figura 49: Explicació del fenomen constància del color

2. FACTORS PROPIS DEL RECEPTOR (SUBJECTIUS)

No tots els factors que influeixen en la percepció del color són de procedència exterior, junt amb aquests poden influir altres de caràcter intern com les característiques individuals de l'individu que interpreta l'estímul.

El subjecte utilitza esquemes perceptius i, al percebre, està condicionat per els seus aprenentatges previs i experiència, així com també per la seva personalitat. En relació, la cultura de l'individu, els seus gustos, la intel·ligència i l'aprenentatge que ha dut a terme, així com també les expectatives, gustos, aficions, estat d'ànim i l'ocupació professional, entre d'altres, són factors que condicionen la percepció, en aquest cas del color.

En particular, en aquesta recerca s'analitzen i s'estudien alguns d'aquests factors, com també d'altres, que es creuen que influeixen en la percepció cromàtica.

1.5.3 Les il·lusions perceptives

Les idees i pensaments de cada persona són una còpia de la realitat del món. Tota la informació que arriba als receptors, sentits o òrgans sensorials, ho fa en forma d'estímul (*veure apartat 1.2 El procés perceptiu*) i després de ser modificada i interpretada pel cervell, és compresa i emmagatzemada.

Però si els sentits enganyen, aleshores, la realitat queda modificada. Aquí és on entren en joc les il·lusions perceptives.

Les il·lusions perceptives es donen quan l'estímul que percep l'organisme no es correspon amb l'estímul distal, que és l'objecte real (Casanova & Ph DrVision & Control of Action (VISCA) groupDept) . Aquestes interpretacions mal formades de la realitat evidencien el fet que la percepció no està només determinada, de forma objectiva, per les dades de l'estímul sinó que en la interpretació de l'estímul, intervenen també altres factors i senyals sensorials que la condicionen, pròpies de cada subjecte.

Una il·lusió òptica estretament relacionada amb la percepció cromàtica i la il·lusió òptica del vestit *TheDress*, és la il·lusió del cub de Rubick.

Aparentment, els quadrats assenyalats a la imatge (*veure Figura 51*) són de colors diferents. Un és marró i l'altre groc ataronjat, però realment són del mateix color. Aquesta il·lusió és deguda a la interpretació errònia del cervell del context, és a dir de la imatge. La superfície marró sembla mostrar que està il·luminada amb una llum brillant, en canvi, la superfície taronja denota que es troba situada a la penombra.

D'aquesta manera, les dues superfícies es perceben de diferent color, no perquè ho siguin sinó perquè el cervell pensa que el significat d'aquestes no és el mateix. El cervell parteix de la informació que extreu de la imatge, el context complex.

Si les dues superfícies quadrades es canvien de context, a un més senzill, s'observa que els dos quadrats corresponen al mateix color. Aquest fenomen s'explica també amb la Teoria Retinex (*veure apartat 1.5.1 Teories explicatives de la percepció del color*).

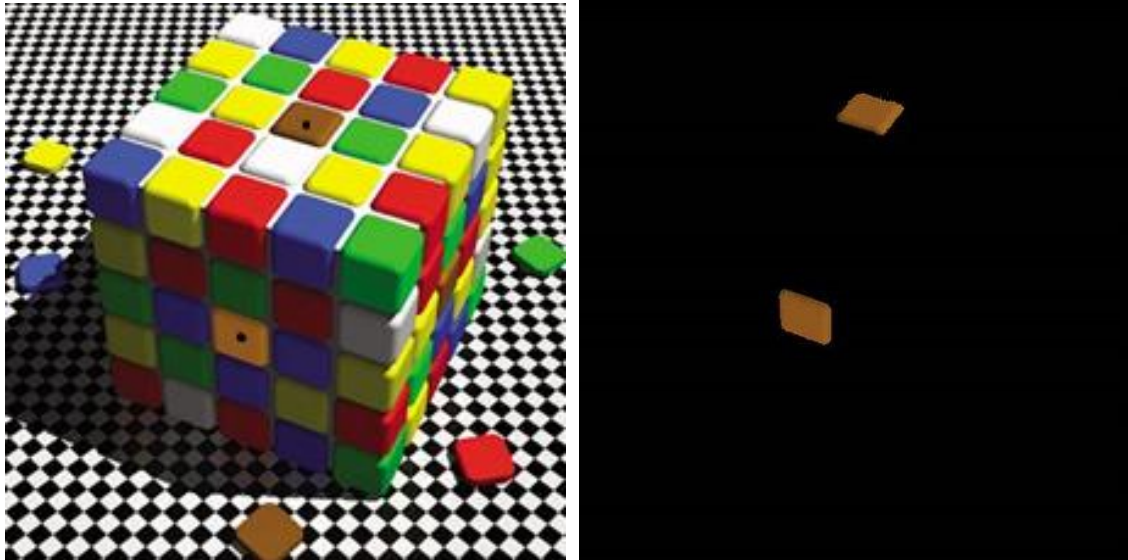


Figura 50: Il·lusió òptica del cub de Rubick



La il·lusió òptica del vestit *TheDress* és la principal eina d'estudi d'aquesta recerca. La fotografia és ambigua, ja que presenta informació enganyosa que pot fer diferir en diferents opcions, el vestit pot ser vist blau i negre o blanc i daurat. (veure Figura 51)

La explicació d'aquest fenomen és un tema que forma part de nombroses investigacions (veure apartat 1.2.3 *Teories de la percepció*), com és el cas també d'aquesta recerca.

Figura 51: Fotografia del vestit *TheDress*, eina d'anàlisi d'aquesta recerca

1.5.4 Malalties oculars: deficiències en la percepció del color

Segons Hering i la seva teoria dels processos oposats (veure apartat 1.5.2 *Teories explicatives de la percepció del color*) el color és el resultat de l'activitat de tres tipus de mecanismes perceptius i per tant, com veurem més endavant, existeixen diverses deficiències relacionades amb aquests tres grups de cèl·lules fotoreceptores (cons).

Les deficiències relacionades amb la visió del color s'engloben sota el nom de daltonisme, que es caracteritza per l'alteració a les cèl·lules detectores del color, aquestes alteracions poden

ser lleus o severes. Així, existeixen diferents tipus de deficiències segons el grau de ceguesa al color que es presenti, i són les següents:

- a. Monocromatòpsia: Les persones amb aquesta deficiència només presenten un tipus de con (cèl·lules receptores del color) i per tant, no tenen la capacitat de distingir els colors, només poden veure blanc, grisos i negres. La seva visió del color és similar a la dels individus que no contenen cons (acromatòpsia).
(veure figura 52)



Figura 52: Representació de la visió monocromàtica o acromàtica (a l'esquerra) i de la visió normal del color (a la dreta)

- b. Discromatòpsia: Els individus amb aquest tipus d'alteració cromàtica presenten dos tipus de cons, així, poden veure els colors però no són capaços de percebre tot l'espectre visible.

Existeixen tres tipus de discromatòpsies (veure Figura 53):

1. Protanòpsia o protanopia: Es caracteritza per la ceguesa al color vermell (longitud d'ona llarga)

2. Deuteranòpsia o deuteranopia: La ceguesa es presenta al tipus de con que permet percebre el color verd (longitud d'ona curta)

- 2.7 Tritanòpsia o tritanopia: Correspon a la manca del con sensible al color blau (longitud d'ona curta).

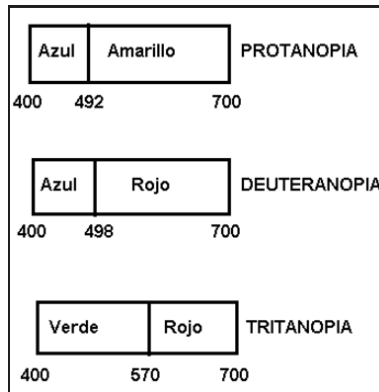


Figura 53: Exposició dels colors i les corresponents longituds d'ona que perceben els individus amb les deficiències cromàtiques assenyalades

- c. Tricromatisme anòmal: Els individus amb aquest tipus d'alteració en la visió dels colors, contenen els tres tipus de receptors del color (cons) i a més, funcionals però un d'aquests tipus presenta una sensibilitat reduïda respecte els tres tipus de longitud d'ona que poden captar. Per aquest motiu, la visió d'aquestes persones és correcta però tenen dificultat en veure o distingir un cert color o a la gama d'aquest. Aquesta alteració és semblant a la discromatòpsia, però és més lleu.

1.5.4.1 Test d'Ishihara

El 8% dels homes i el 0,4% de les dones presenten alteracions de la visió cromàtica i part d'aquest número de persones no n'és conscient. Per això, existeixen diferents mètodes de detecció dels defectes de la visió del color. Entre d'altres, les làmines pseudoisocromàtiques de Ishihara que deuen al seu nom al Doctor Shinobu Ishihara. Serveixen per avaluar els defectes més comuns entre la població que són els que afecten al vermell i verd de la visió cromàtica i, a més les deficiències en els colors blau i groc. Aquestes làmines contenen números o formes composts per petits cercles de colors rodejats amb colors de confusió (*veure figura 54*) que els pacients amb alteracions en la visió cromàtica no poden llegir.

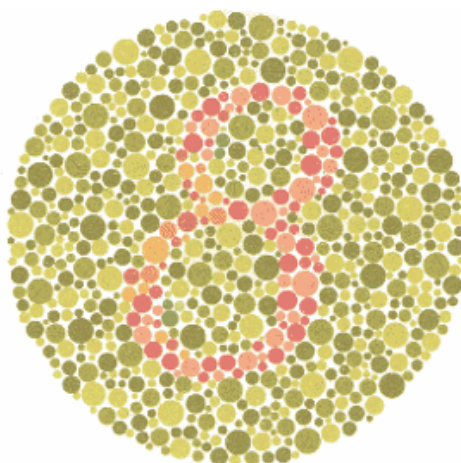


Figura 54: Exemple d'una làmina del Test d'Ishihara

Per exemple, a la *Figura 54*, les persones amb visió del color normal veuen un 8, en canvi, les persones amb ceguesa al color verd veuen un 3 i les persones amb daltonisme total o acromatòpsia no són capaços de veure res.

La mostra utilitzada en la recerca va ser sotmesa a aquest prova, a fi d'eliminar la variable depenent de possibles malalties en relació a la visió del color, en els resultats de la recerca, relacionada amb la visió dels colors del vestit objecte d'anàlisi.

1.6 El vestit analitzat

1.6.1 Història

El passat mes de febrer del 2015, la foto d'un vestit ratllat va suposar un debat internacional a Internet. Aquesta discussió constant va sorgir arran de la publicació a *Tumblr* d'una usuària al no entendre com els seus amics veien el vestit d'uns tons diferents dels que veia ella. Així, va demanar ajuda als seus seguidors preguntant-los de quins colors veien ells el vestit. La noia afirmava que ella i els seus amics "s'estaven tornant bojos". A partir d'aquest fet, la imatge (veure *Figura 55*) va donar la volta al món i ja havia estat vista per més de 28 milions de persones el dia següent, segons afirmà el *New York Times*. Aleshores, la població va quedar



Figura 55: El vestit ratllat *TheDress*

dividida en dos grups: els qui veien el vestit blau i negre, i els que el veien blanc i daurat.

De totes formes, s'ha demostrat que el vestit és blau i negre, ja que és comercialitzat per la marca Roman qui afirma que no ven el vestit blanc i daurat, encara que si el ven, d'entre altres combinacions cromàtiques, blau i negre. (veure Figura 56)



Figura 56: Imatge de la pàgina web Roman

1.6.2 Informació sobre els Píxels del vestit

En aquest punt de la recerca s'exposen els diferents píxels, és a dir els colors, i les seves composicions cromàtiques, que conformen el vestit usat com a eina d'anàlisi.

La imatge que es mostra a continuació (veure Figura 57), és el vestit *TheDress*, com ja s'ha assenyalat prèviament, que es pot veure de dos colors diferents. D'una banda, pot ser vist dels colors blau i negre, i per l'altra banda, pot ser vist per la combinació dels colors blanc i daurat. En aquesta il·lustració, s'exposen i s'estudien els cinc píxels que el formen (veure Figures 57, 58, 59, 60, 61 i 62), cadascun amb una composició diferent pel que fa al model RGB i unes característiques determinades. (veure apartat 1.4.6 Sistemes de representació dels colors) L'obtenció d'aquestes dades ha estat possible gràcies a la web *Color-hex* (color-hex, 2016).

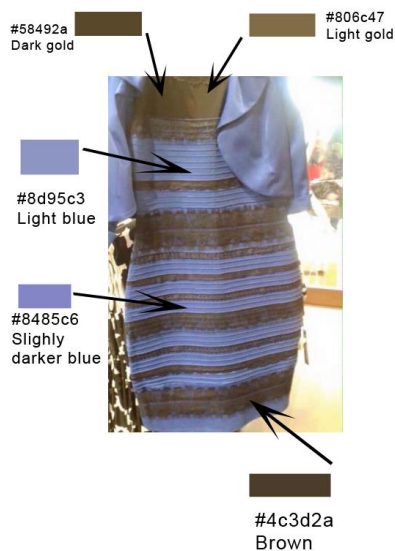


Figura 57: Extracció dels diferents colors dels píxels del vestit



Figura 58: Píxel 1 #58492a



Figura 59: Píxel 2 #806c47



Figura 60: Píxel 3 #8485c6



Figura 61: Píxel 4 #4c3d2a



Figura 62: Píxel 5 #8d95c3

PÍXEL 1 #58492a

Aquest píxel es localitza a l'extrem superior esquerra pel que fa al vestit estudiat. I el seu color exacte és el que es troba continuació. (veure Figura 63)

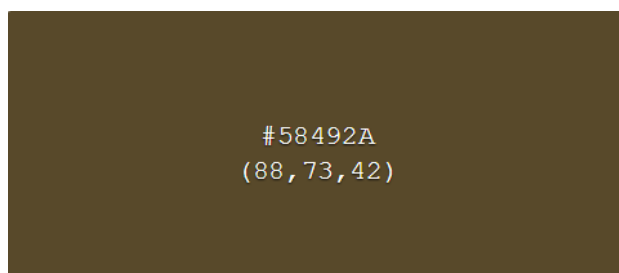


Figura 63: Color concret del Píxel 1

Segons el model RGB, aquest píxel definit pel codi #58492a conté un valor de 88 de pigment vermell, 73 de verd i 42 de blau. Si aquests valors són transformats a percentatges correspondrien al 43,35% pel que fa a la quantitat de vermell, 35,96% de verd i 20,69% de blau, tal com indica la figura 64.

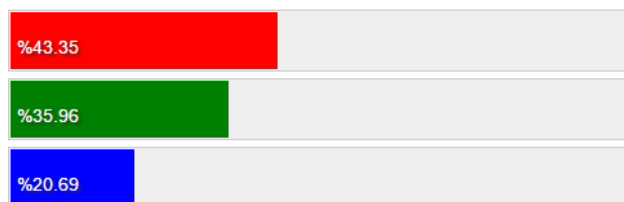


Figura 64: Percentatges de color del model RGB del Píxel 1

La imatge que es troba a continuació mostra una gradació cromàtica respecte el Píxel 1 #58492a. Aquesta s'ha obtingut variant la saturació del Píxel en qüestió, per fer-ho s'han pogut dur a terme diferents procediments explicats a l'apartat 1.4.3 Saturació o intensitat. La gradació s'observa des del Píxel 1, aparentment més fosc, fins a aquest més clar. (veure Figura 65) que són els diversos colors que podrien haver percebut els subjectes en relació a aquest Píxel 1.

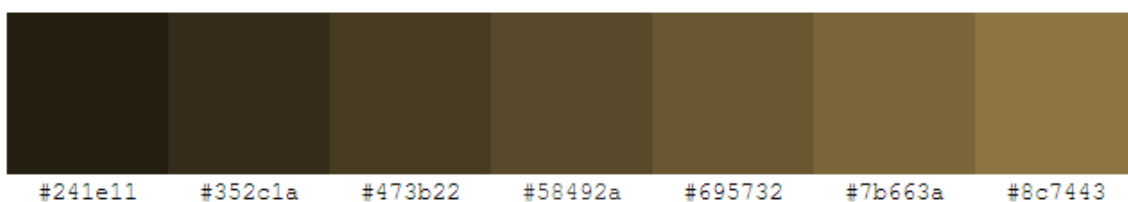


Figura 65: Gradació cromàtica respecte el Píxel 1

El color complementari del Píxel 1 es correspon al color situat a l'esquerra d'aquest Píxel que es mostra a la figura 66 amb el codi RGB hexadecimal #2a3958.



Figura 66: Color complementari del Píxel 1

Aquest paràmetre es pot tenir en compte en explicar el fenomen en que els subjectes veuen blau i negre (*Blue and Black*) o blanc i daurat (*White and Gold*) un mateix vestit (*TheDress*).

La *figura 67* següent mostra el Píxel 1 superposat en un fons negre i en un fons blanc. Aquestes imatges s'han utilitzat per dur a terme la part de la recerca que tracta d'analitzar si el fons influeix en la percepció dissemblant del mateix píxel.

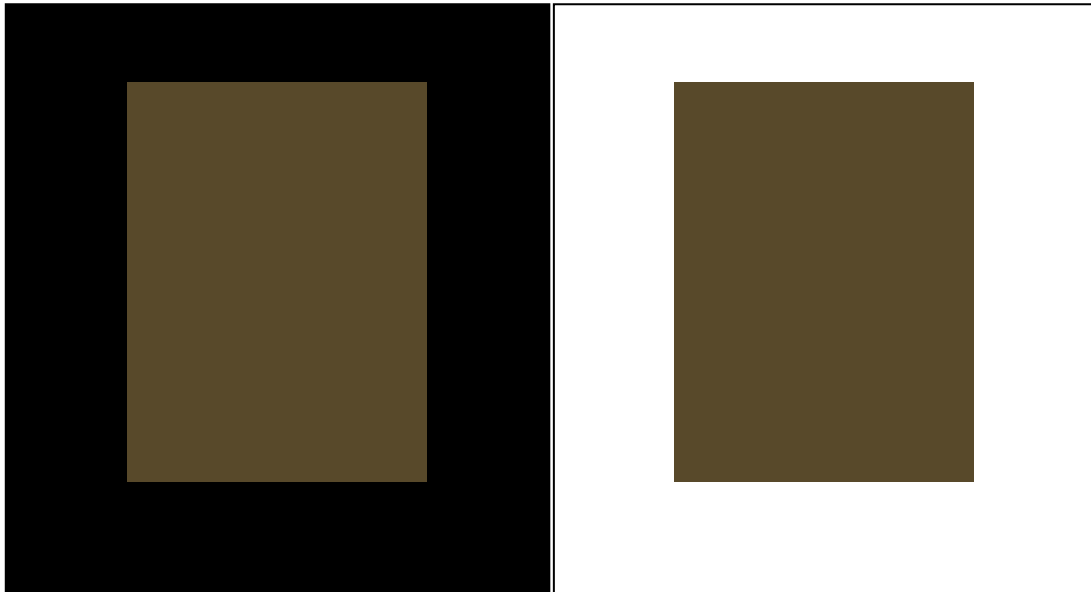


Figura 67: Píxel 1 sobre un fons negre i un de blanc

PÍXEL 2 #806c473

El Píxel 2 es situa a l'extrem superior dret del mapa de píxels del vestit. El seu color correspon al de la imatge següent. (*veure Figura 68*)

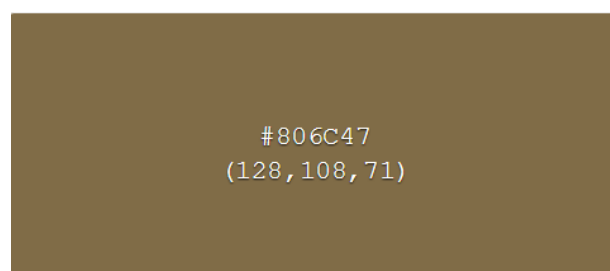


Figura 68: Color concret del Píxel 2

Si aquest píxel, amb el codi RGB hexadecimal #806c47, s'analitza segons el model RGB, s'extreu que conté un valor de 128 de pigment vermell, 108 de verd i 71 de blau. En percentatges aquestes quantitats coincideixen amb el 41,69% pel que fa al vermell, el 35,18% de verd i el 23,13% de blau. (veure Figura 69)

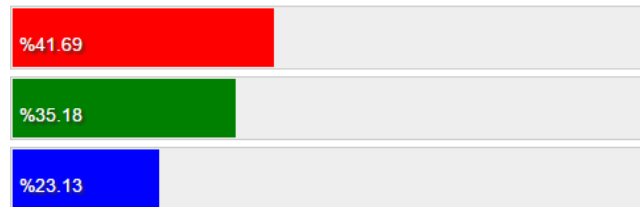


Figura 69: Percentatges de color del model RGB del Píxel 2

La imatge que es troba a continuació mostra una gradació cromàtica respecte el Píxel 2 #806c47. Aquesta s'ha obtingut variant la saturació del Píxel en qüestió, per fer-ho s'han pogut dur a terme diferents procediments explicats a l'apartat 1.4.3 Saturació o intensitat. La gradació s'observa des del Píxel 2, aparentment més fosc, fins a aquest més clar (veure Figura 70), que són els diversos colors que podrien haver percebut els subjectes en relació a aquest Píxel 2.

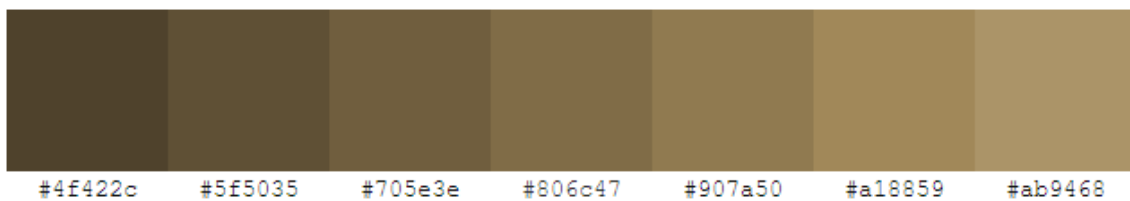


Figura 70: Gammes cromàtiques respecte el Píxel 2

El color complementari al Píxel 2 és el que es mostra a la il·lustració de sota amb el codi #475b80.

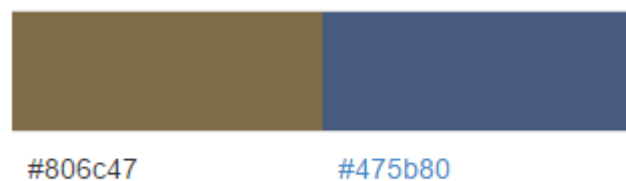


Figura 71: Color complementari del Píxel 2

Aquest paràmetre es pot tenir en compte en explicar el fenomen en que els subjectes veuen blau i negre (*Blue and Black*) o blanc i daurat (*White and Gold*) un mateix vestit (*TheDress*).

La *figura 72* següent mostra el Píxel 2 superposat en un fons negre i en un fons blanc. Aquestes imatges s'han utilitzat per dur a terme la part de la recerca que tracta d'analitzar si el fons influeix en la percepció dissemblant del mateix píxel.

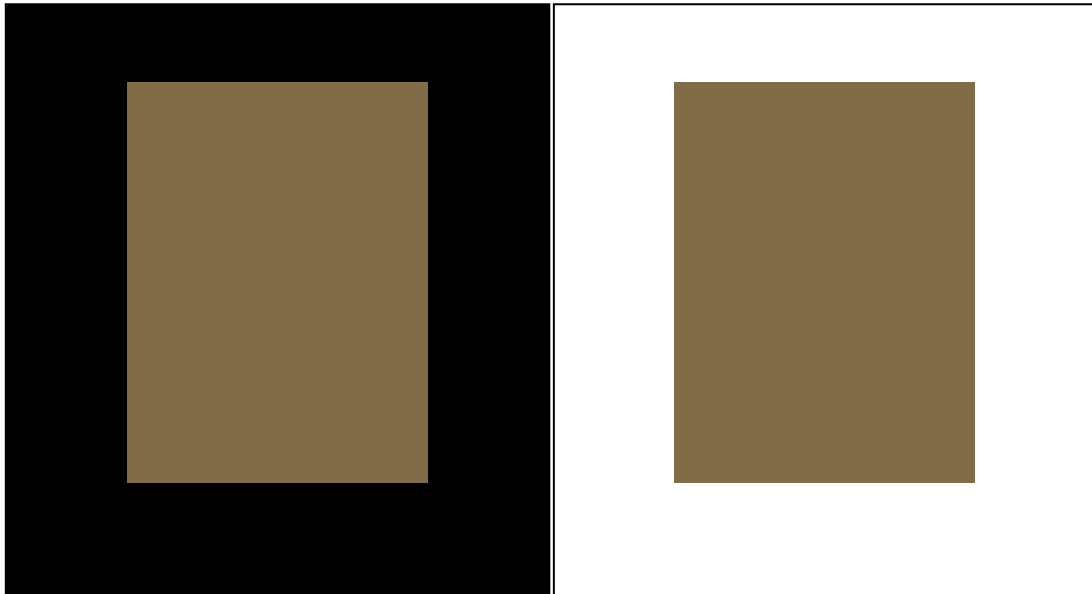


Figura 72: Píxel 2 sobre un fons negre i un de blanc

PÍXEL 3 #8485c6

La localització d'aquest píxel es correspon a la meitat inferior del vestit. El seu color és el que mostra la imatge que e troba a continuació. (*veure Figura 73*)

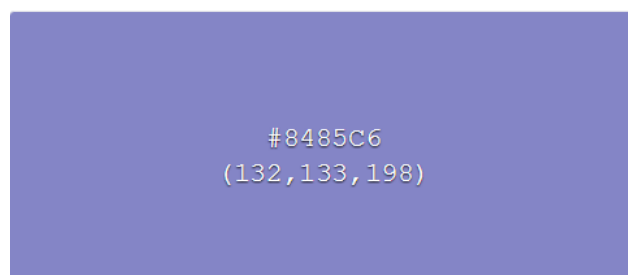


Figura 73: Color concret del Píxel 3

Segons el model RGB, el Píxel 3 #8485c6 conté un valor de 132 de pigment vermell, 133 de verd i 198 de blau. Pel que fa als tants per cents, el píxel en qüestió el formen el 28,51% de vermell, el 28,73% de verd i el 42,76% de blau, tal com es representa a la figura 74.

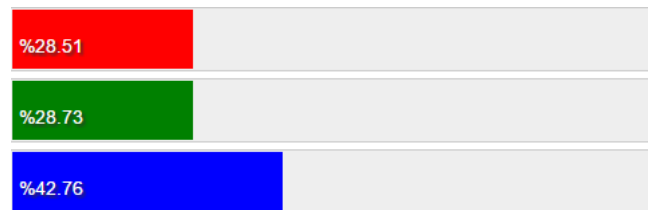


Figura 74: Percentatges de color del model RGB del Píxel 3

La imatge que es troba a continuació mostra una gradació cromàtica respecte el Píxel 3 #8485c6. Aquesta s'ha obtingut variant la saturació del Píxel en qüestió, per fer-ho s'han pogut dur a terme diferents procediments explicats a l'apartat 1.4.3 *Saturació o intensitat*. La gradació s'observa des del Píxel 3, aparentment més fosc, fins a aquest més clar (veure Figura 75), que són els diversos colors que podrien haver percebut els subjectes en relació a aquest Píxel 3.

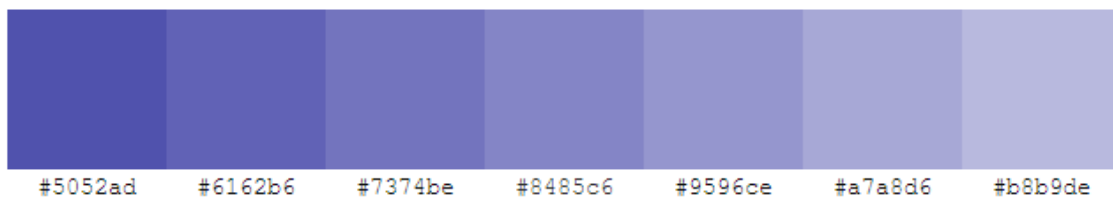


Figura 75: Gammes cromàtiques respecte el Píxel 3

El Píxel 3 té un color complementari que es descriu amb el codi #c6c584, que es pot observar a la figura 76.



Figura 76: Color complementari del Píxel 3

Aquest paràmetre es pot tenir en compte en explicar el fenomen en que els subjectes veuen blau i negre (*Blue and Black*) o blanc i daurat (*White and Gold*) un mateix vestit (*The Dress*).

La *figura 77* següent mostra el Píxel 3 superposat en un fons negre i en un fons blanc. Aquestes imatges s'han utilitzat per dur a terme la part de la recerca que tracta d'analitzar si el fons influeix en la percepció dissemblant del mateix píxel.

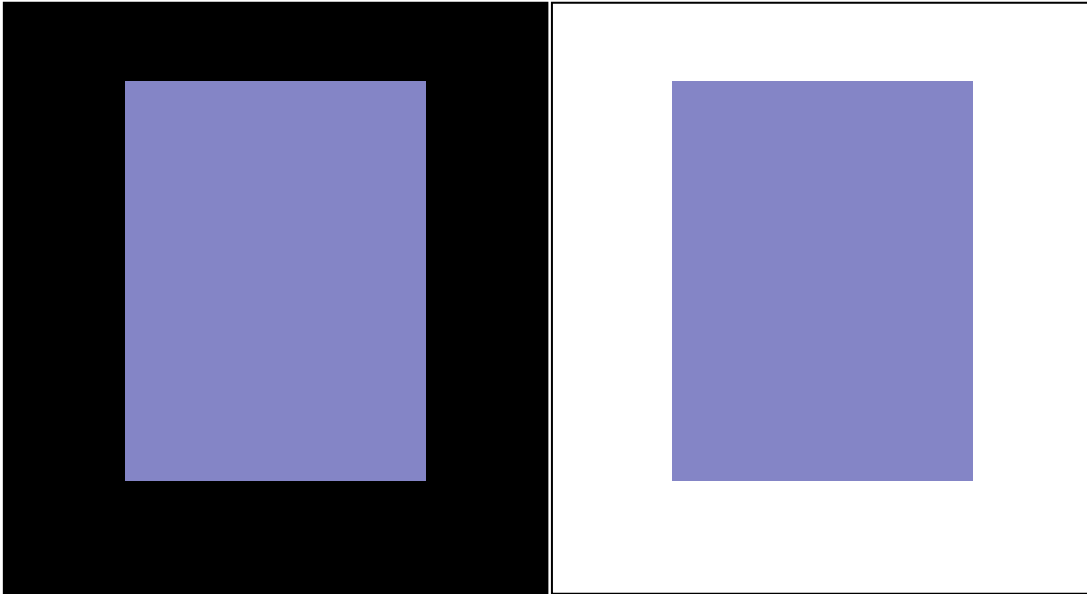


Figura 77: Píxel 3 superposat en un fons negre i un de blanc

PÍXEL 4 #4c3d2a

El Píxel 4 es troba situat a les ratlles fosques de la part inferior del vestit. El color d'aquest píxel es troba representat a la il·lustració següent. (veure *Figura 78*)

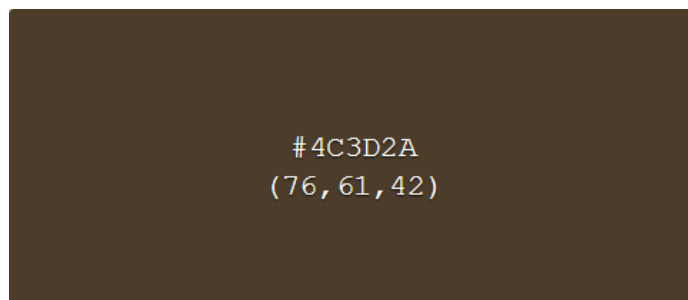


Figura 78: Color concret del Píxel 4

Pel que fa al model RGB, el Píxel 4 , amb el codi RGB hexadecimal #4c3d2a, conté un valor de 76 de pigment vermell, 61 de verd i 42 de blau. Aquests valors en percentatges, reflecteixen que el píxel descrit està constituït pel 42,46% de vermell, el 34,08% de verd i el 23,46% de blau. Aquests tants per cents es poden observar representat a la figura 79.

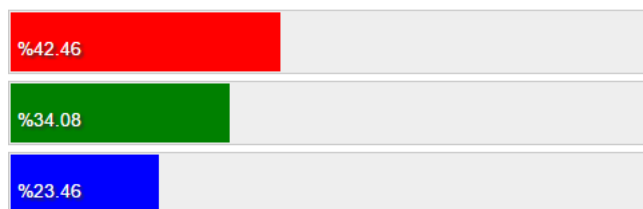


Figura 79: Percentatges de color del model RGB del Píxel 4

La imatge que es troba a continuació mostra una gradació cromàtica respecte el Píxel 4 #4c3d2a. Aquesta s'ha obtingut variant la saturació del Píxel en qüestió, per fer-ho s'han pogut dur a terme diferents procediments explicats a l'apartat 1.4.3 *Saturació o intensitat*. La gradació s'observa des del Píxel 4, aparentment més fosc, fins a aquest més clar (veure Figura 80), que són els diversos colors que podrien haver percebut els subjectes en relació a aquest Píxel4.

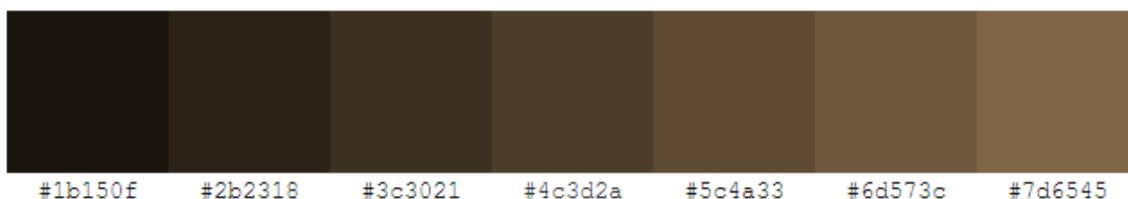


Figura 80: Gammes cromàtiques respecte el Píxel 4

El color blau que es mostra a continuació, amb el codi #2a394c, és el color complementari del Píxel 4. (veure Figura 81)



Figura 81: Color complementari del Píxel 4

Aquest paràmetre es pot tenir en compte en explicar el fenomen en que els subjectes veuen blau i negre (*Blue and Black*) o blanc i daurat (*White and Gold*) un mateix vestit (*The Dress*).

La *figura 82* següent mostra el Píxel 4 superposat en un fons negre i en un fons blanc. Aquestes imatges s'han utilitzat per dur a terme la part de la recerca que tracta d'analitzar si el fons influeix en la percepció dissemblant del mateix píxel.

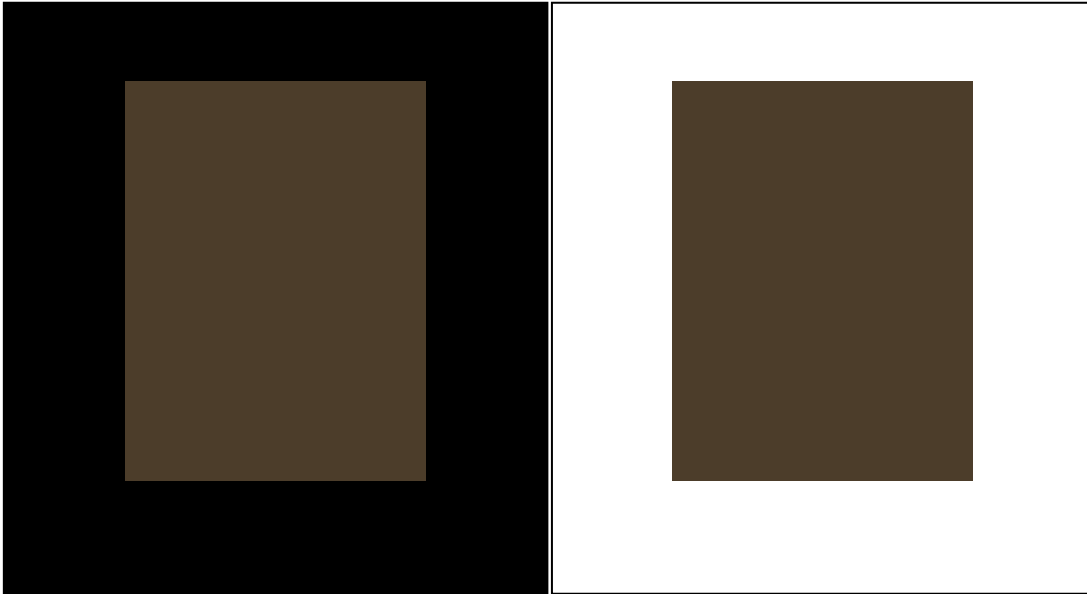


Figura 82: Píxel 4 sobre un fons negre i un de blanc

PÍXEL 5 #8d95c3

El Píxel 5 es troba situat, respecte el vestit, a les bandes clares de la meitat superior i, el seu color coincideix amb la imatge següent. (*veure Figura 83*)



Figura 83: Color concret del Píxel 5

Aquest Píxel 5 que es representa amb el codi #8d95c3, seguint el sistema de representació RGB hexadecimal, conté un valor de 141 de pigment vermell, 149 de verd i 195 de blau pel que fa al model RGB estàndard. Els percentatges corresponents a aquests valors són el 29,07% de quantitat de vermell, el 30,72% de verd i el 40,21% de blau (veure figura 84).

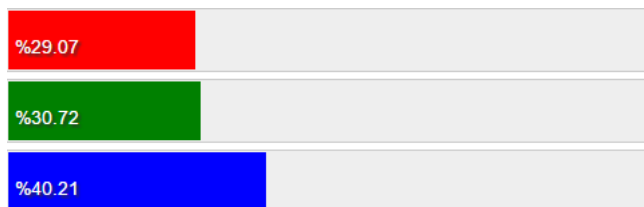


Figura 84: Percentatges de color del model RGB del Píxel 5

La imatge que es troba a continuació mostra una gradació cromàtica respecte el Píxel 5 #8d95c3. Aquesta s'ha obtingut variant la saturació del Píxel en qüestió, per fer-ho s'han pogut dur a terme diferents procediments explicats a l'apartat 1.4.3 Saturació o intensitat. La gradació s'observa des del Píxel 5, aparentment més fosc, fins a aquest més clar (veure Figura 85), que són els diversos colors que podrien haver percebut els subjectes en relació a aquest Píxel5.

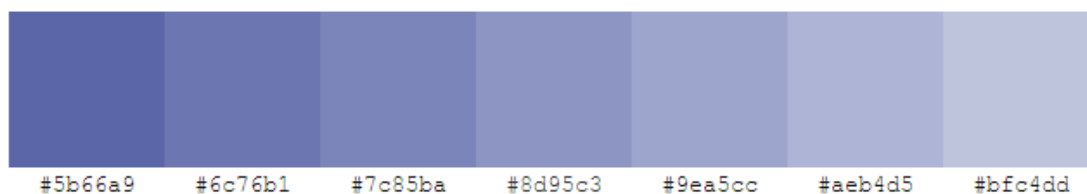


Figura 85: Gammes cromàtiques respecte el Píxel 5

El Píxel 5 amb el codi #8d95c3 té un color complementari tal com es comprova a la figura 86, aquest nou color exposat correspon al codi #c3bb8d.

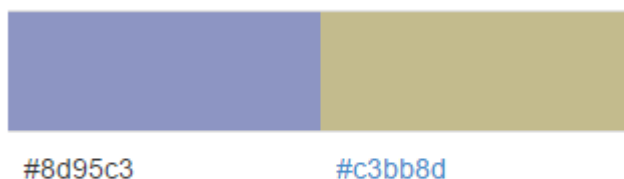


Figura 86: Color complementari del Píxel 5

Aquest paràmetre es pot tenir en compte en explicar el fenomen en que els subjectes veuen blau i negre (*Blue and Black*) o blanc i daurat (*White and Gold*) un mateix vestit (*The Dress*).

La *figura 87* següent mostra el Píxel 5 superposat en un fons negre i en un fons blanc. Aquestes imatges s'han utilitzat per dur a terme la part de la recerca que tracta d'analitzar si el fons influeix en la percepció dissemblant del mateix píxel.

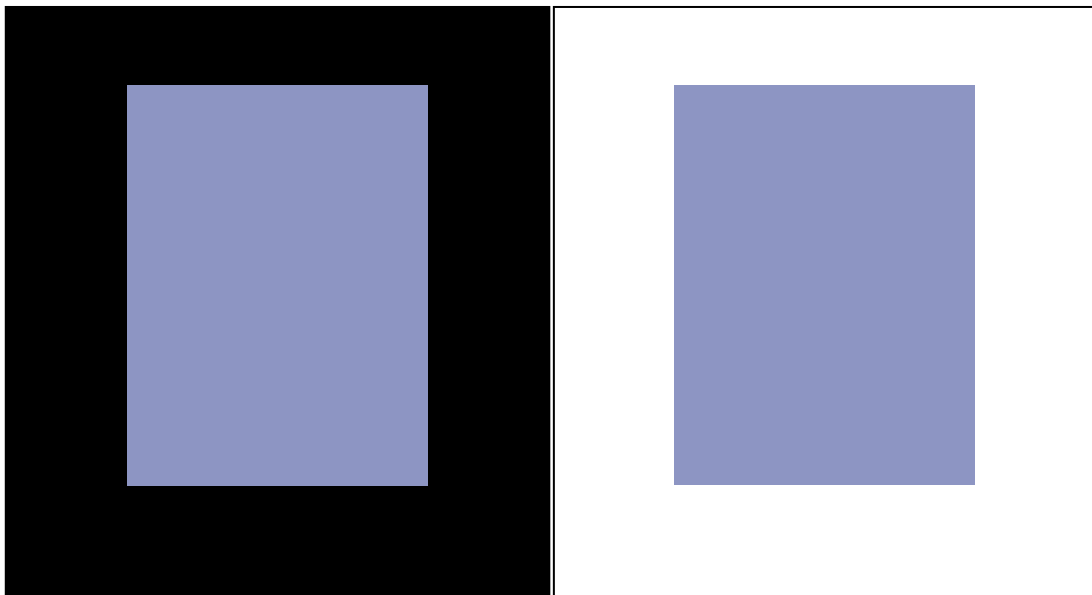


Figura 87: Píxel 5 sobre un fons negre i un de blanc

1.6.3 Teories sobre la percepció del vestit

Aquest vestit ha donat la volta al món causant debats i generant diferents opinions sobre si aquesta peça de roba és de color blau i negre o blanc i daurat. Així, nombrosos científics i universitats han volgut explicar la seva teoria perceptiva.

Per una banda, el psicòleg Michael Webster de la Universitat de Nevada, va exposar les seves argumentacions extretes del seu estudi al diari americà *NY Times* (Fleur, 2015), que proposaven l'ambigüitat de color blau i la incapacitat de les persones de discernir amb fiabilitat objectes il·luminats amb diferents llums. És a dir, Webster deia que els colors dels que es veu el vestit sorgeixen del raonament del cervell sobre si aquesta peça està il·luminada amb una llum daurada, que es percebrà de color blau i negre, o si està sota una llum blava que aleshores serà percebut de color blanc i daurat (*veure Figura 88*).

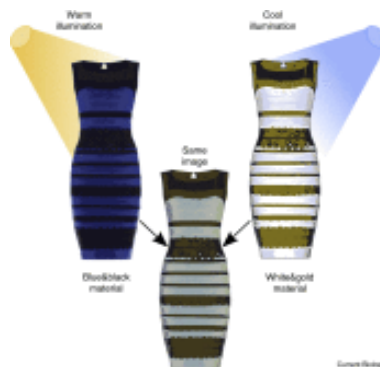


Figura 88: El vestit il·luminat amb una llum daurada (a la esquerra) i amb una blava (a l'esquerra)

En aquest mateix article es publicaren també les opinions d'altres científics, com és el cas de Karl Gegenfurtner, un psicòleg de la Universitat d'Alemanya. Aquest conclogué, junt amb el seu equip, després d'estudiar el fenomen, que la causa de la diferència de percepcions del mateix vestit (blau i negre o blanc i daurat) era deguda a les diferents formes de percebre la llum natural que il·lumina els cossos. Per tant, sostén la mateixa hipòtesis que Michael Webster.

A més, l'article consta dels comentaris d'un tercer científic que és Bevil Conway, un neurocientífic de Wellesley College. Ell proposà, després de fer una investigació sobre el cas, que sorgia un altre manera de veure el vestit, "blau i marró", també va veure que les persones de major edat tendien a veure el vestit blanc i daurat, mentre que les persones més joves el

perceben blau i negre. A més, aquest neurocientífic desenvolupà que la baixa qualitat de la fotografia pel que fa al context no permetien al cervell distingir amb facilitat la informació. El model de reacció del cervell de cada persona és diferent i per tant, cadascú interpreta diferent la il·luminació sota la que està el vestit i per tant, també els colors dels que està compost.

La revista *Current Biology* ha experimentat sobre aquest fet i ha publicat quatre articles (Karl R. Gegenfurtner , Marina Bloj , Matteo Toscani, 2015), (D. Winkler, Spillmann, S. Werner, & A. Webster, 2015), (H. Brainard & C. Hurlbert, 2015), (Lafer-Sousa, L. Hermann, & R. C, 2015) que sostenen conclusions semblants a les de fins ara esmentades, exposen que la llum per la que està il·luminada el vestit influeix en la interpretació del cervell sobre els colors pels quals està configurat, introdueix també que els factors propis de cada persona permeten la diferència de percepcions com ara l'edat i el sexe...

Així, partint d'aquests articles d'anàlisi científic que tracten sobre el famós #*TheDress*, es poden extreure una sèrie d'hipòtesis que han plantejat, i que en aquesta recerca també es contemplen, com és el cas, d'entre d'altres, de la importància dels factors individuals propis de cada persona, ja que aquests poden influir en les diferents formes de percepció dels colors d'un mateix vestit.

BLOC 2: MARC PRÀCTIC

A fi de respondre les preguntes plantejades a l'inici de la recerca, i de comprovar la hipòtesi de sortida, en aquest bloc es desenvolupa l'anàlisi i l'estudi dels colors d'un vestit *TheDress* que socialment ha tingut certa controvèrsia.

Així, des de bon principi es pensà que seria interessant estudiar una part de població que fos representativa, i adequada per prendre dades, directament, respecte el color que observaven del vestit, si blau i negre o si blanc i daurat. A més, d'entrada es tenien en compte unes variables en la mostra presa com són: el sexe, l'edat, la pigmentació dels seus ulls i l'avaluació acadèmica.

A més, es cregué interessant d'analitzar la influència del context en la percepció del color, aquest estudi es dugué a terme mitjançant els diferents Píxels dels que està format el vestit.

Tanmateix, la importància i l'interès que aquest fenomen ha despertat socialment, ha fet que Universitats, científics i diferents grups de treball relacionats amb la neurociència s'hi hagin interessat. Així, el grup de treball format per un conjunt de neurocientífics: Lara Schläffke, Anne Golisch, Lauren M. Haag, Melanie Lenz, Stefanie Heba, SilkeLissek, Tobias Schmidt-Wilcke, Ulf T. Eysel i Martin Tegenthoff, en el mes d'agost del 2015, poc després d'haver-se plantejat la pregunta d'aquesta recerca, va publicar un document a la revista *Cortex*. Aquest document estudia just la mateixa temàtica, en relació a la percepció dels colors del vestit *TheDress*, motiu pel qual aquesta recerca s'interessa a analitzar-lo.

Per tot plegat, el marc pràctic d'aquest treball s'estructura en les següents tres parts:

1. Material format pel recull de dades que ha proporcionat una mostra d'entre 12 i 16 anys de l'institut Eugeni Xammar
2. Anàlisi dels píxels extrets del vestit estudiat (*#TheDress*) per determinar la influència del context en la percepció cromàtica
3. Article publicat a la revista *Cortex*, que també fa ús del mateix objecte d'anàlisi: la visió dels colors d'un vestit anomenat *TheDress*

2.1 Material i mètode

Primerament es va recollir la informació personal, necessària per dur a terme l'anàlisi dels factors socio-culturals i psicològics que poden influir en la diferent percepció dels colors, respecte una mateixa il·lusió òptica. Com a percepció dels colors s'entén visió dels colors.

El grup que ha participat en aquest estudi ha estat format per 129 subjectes. Tots ells són alumnes de l'Institut Eugeni Xammar i pertanyen als diversos cursos que aquest centre d'estudi oferta, que són primer, segon, tercer i quart d'ESO i primer de Batxillerat. Treballar amb aquesta mostra ha permès que certes variables estiguessin controlades ja que eren compartides entre els individus.

També es van obtenir les dades de cada individu, independentment de si presentaven alteracions visuals, i es va comprovar si la seva visió dels colors era correcta mitjançant el Test d'Ishihara . Amb els resultats del test, es elabora un segon document on constava una taula model per tractar de detectar possibles deficiències de la visió cromàtica dels participants. *(veure Annex)*

Una vegada va quedar seleccionada la mostra d'individus sense alteracions a les cèl·lules fotoreceptores, es va passar a recollir les seves percepcions:

1. Sobre els colors dels píxels que componen el vestit individualment *(veure apartat 1.2.2 Anàlisi dels píxels)*
2. Sobre els colors del vestit, objecte d'anàlisi directe

Per el tractar el punt 1 cada píxel va ser mostrat primerament superposat en un fons negre i seguidament, en un de blanc, amb l'objectiu d'analitzar:

1. Si la percepció d'un mateix color, sobre dos contextos acromàtics dissemblants, canvia.
2. Si el fons negre i el fons blanc indueixen a veure el mateix píxel d'una tonalitat més clara o més fosca.
3. Si el fons negre o blanc influeix en la percepció del vestit BB o WG.
4. Si els individus que veuen el vestit BB tendeixen a veure els píxels de colors semblants, i de la mateixa manera amb els que el veuen WG.
5. Si les percepcions dels píxels (individuals) es corresponen amb les percepcions del vestit.

Tota la informació recollida va ser introduïda en un tercer document. (veure Annex pàgines 39-41 per veure els diferents documents model)

Pel recull de dades es va utilitzar un dispositiu de telèfon mòbil que ensenyava el vestit *TheDress* i, a part, també permetia mostrar els diferents píxels.

Per una banda, l'observació del vestit i, per l'altre, la dels píxels, de cada individu de la mostra seleccionada, es va realitzar sota les mateixes condicions de so, llum, atenció, i material. La il·luminació de la sala era completament artificial, el soroll era pràcticament nul, la distància entre el dispositiu electrònic i el participant era sempre la mateixa i l'aparell de telèfon mòbil presentava sempre les mateixes característiques pel que fa a la brillantor de la pantalla, ajustament del color, etcètera.

Dit d'una altra manera, l'alteració de les característiques de les imatges utilitzades no és un possible factor que influent en les diferents percepcions cromàtiques de cada individu participant.

La tercera part del marc pràctic es basa en l'anàlisi de l'estudi publicat el 17 d'agost del 2015 a la revista *Cortex* anomenat *The Brain's Dress Code: How The Dress allows to decode the neuronal pathway of an optical illusion* (el codi del vestit del cervell: Com el vestit permet codificar el camí neuronal d'una il·lusió òptica) i redactat per Schlaffke L, Golisch A, Haag LM, Lenz M, Heba S, Lissek S, Schmidt-Wilcke T, Eysel UT i Tegenthoff M. Aquest utilitza la mateixa eina d'anàlisi que s'utilitza en aquesta recerca que és el vestit ratllat *TheDress*.

Tenint en compte l'estudi comú del vestit s'han pogut extreure informació, posar en comú material i procediment, i comparar punts de connexió entre les dues recerques.

2.2 Resultats

2.2.1 Primera part. Anàlisi dels diferents factors que poden influir en la percepció del color

En aquest apartat, s'analitzen els possibles factors que s'ha cregut, en aquesta recerca, que poden condicionar i influenciar la percepció dels colors del vestit estudiat, blau i negre (BB) o blanc i daurat (WG). Cada factor presentava diverses opcions entre les quals els subjectes han escollit, segons si es caracteritzaven per la opció triada o no.

Per realitzar els càlculs següents, les diferents percepcions del vestit de la mostra s'han simplificat segons si tendien a la combinació de blau i negre o a la de blanc i daurat. S'ha utilitzat una curta llegenda on la percepció del vestit negre i blau s'indica amb la terminologia BB (*Blue and Black, en anglès*) i la visió del vestit daurat i blanc, correspon a les sigles WG (*White and Gold, en anglès*).

A més, cada factor s'ha exposat mitjançant dos tipus de gràfiques, que s'han basat en les taules de contingut corresponents, localitzades a l'Annex. Els dos tipus de gràfiques són:

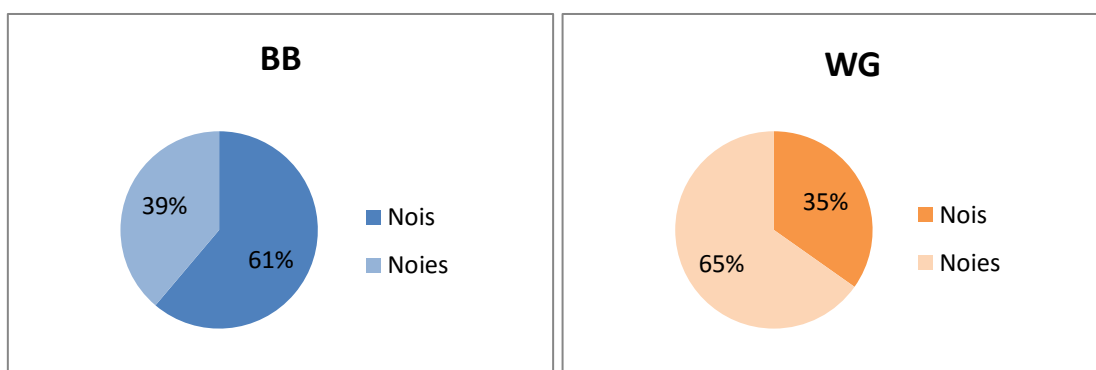
- 1. Gràfiques que analitzen la percepció del color, BB o WG.** Respecte al total d'individus que han vist el vestit BB (103), s'ha mostrat en una gràfica quants presenten l'opció estudiada, i respecte el total d'individus WG (23), en una altra gràfica, quants presenten aquesta mateixa opció.
- 2. Gràfiques d'estudi de cada factor individualment.** Respecte al total d'individus que han presentat una opció determinada s'ha analitzat (en %) la quantitat d'aquests que veuen el vestit BB i la quantitat de WG. Cada factor ha presentat diverses opcions i cada una d'elles s'ha exposat una gràfica circular.

a. Sexe

S'estudia una mostra formada per 71 nois i 55 noies, d'aquests 103 han vist el vestit BB i 23 WG.

Els resultats s'han extret d'una taula, situada a la *pàgina 2 de l'Annex*, i queden representats, en forma de percentatges, a les gràfiques següents:

1. Gràfiques que analitzen la percepció del color, BB o WG.

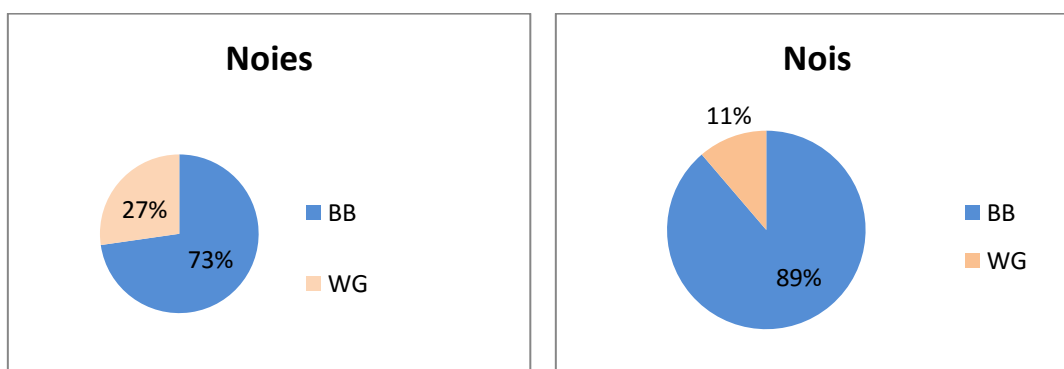


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Es pot observar que el percentatge de nois respecte el total d'individus que veuen el vestit BB (61,2%) és més elevat que el de noies (38,8%).

El percentatge de noies respecte el total de persones que perceben el vestit WG, és més alt (65,2%) que el de nois, que és del 34,8%.

2. Gràfiques d'estudi del sexe, masculí o femení



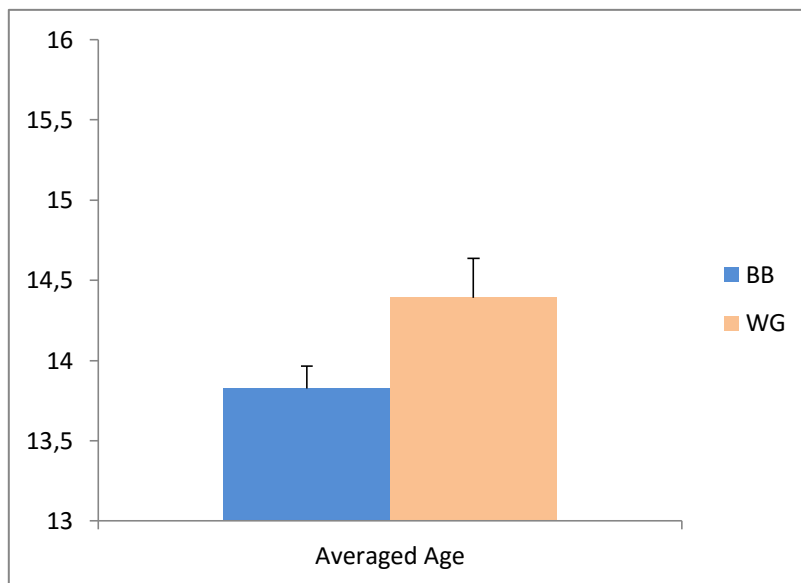
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Veiem que els nois que veuen el vestit BB, respecte el total de nois, és més alt, del 88,7%, que els nois que veuen el vestit WG (11,3%). Les noies que veuen el vestit BB (72,7%) és més alt que el nombre de noies que el veuen WG, que és del 27,3%.

b. Edat

Del total de la mostra de 129 subjectes, 103 individus veuen el vestit BB i 23 WG, els resultats de la taula (*veure Annex pàgina 2*), s'expressen en edat mitjana. Utilitzant dos programes informàtics de càlcul estadístic (Student t-Test i ANOVA) s'ha pogut comprovar que aquest factor és estadísticament significatiu.

1. Gràfiques que analitzen la percepció del color, BB o WG



Les gràfiques circulars representen les quantitats de la taula de contingut corresponent.

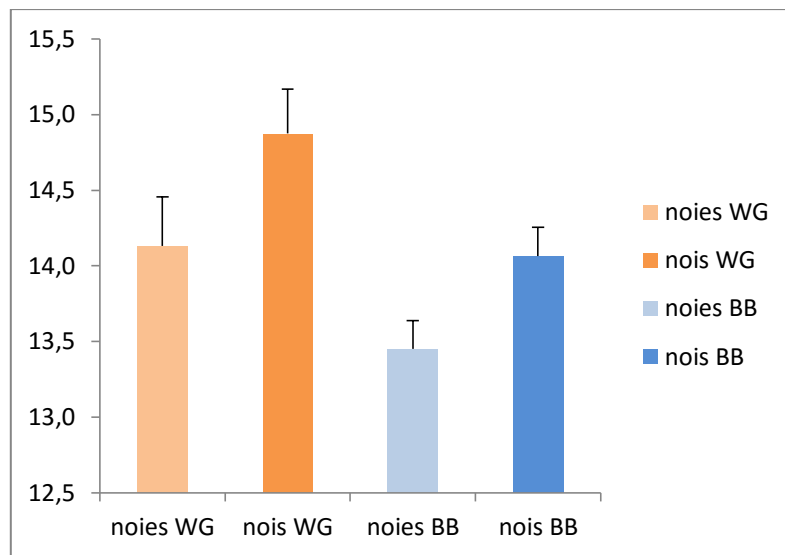
S'observa que l'edat mitjana dels subjectes que veuen el vestit BB és de 13,8 anys i de 14,4 anys l'edat dels que perceben el vestit WG.

c. Edat i sexe

S'ha establert una relació entre dos factors i la visió del vestit, entre el sexe masculí o femení de la mostra (103+23), l'edat que tenen i com veuen el vestit BB o WG.

Els resultats s'han extret d'una taula de contingut (veure Annex pàgina 2) i es presenten gràficament a continuació:

1. Gràfiques que analitzen la percepció del color, BB o WG



Les gràfiques circulars representen les quantitats de la taula de contingut corresponent.

Es contempla que els nois que perceben el vestit WG són més grans (14'9 anys). Les noies que veuen el vestit WG i els nois que el veuen BB mostren la mateixa edat, 14,1 anys; i les noies que perceben el vestit BB són d'una edat mitjana inferior, de 13,5 anys, a les altres agrupacions d'individus ja indicades.

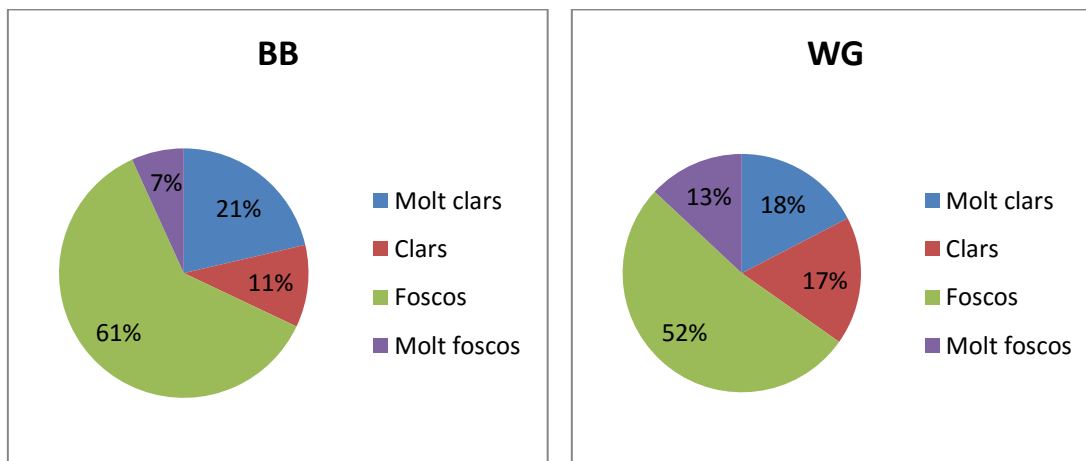
d. Color d'ulls

Del total de la mostra 103+23, el color dels ulls queda repartit en 4 matisos de color: ulls molt clar, clars, foscos i molt foscos.

S'entén que són d'ulls molt clars, el blau i el verd. Clars, en canvi, es considera que són blaus i verds foscos i castanys. Els ulls foscos són els marrons. Els ulls molt foscos, els marrons foscos i els negres.

Els resultats de la taula (veure Annex pàgina 2), en percentatges, queden representats en les gràfiques següents:

1. Gràfiques que analitzen la percepció del color, BB o WG

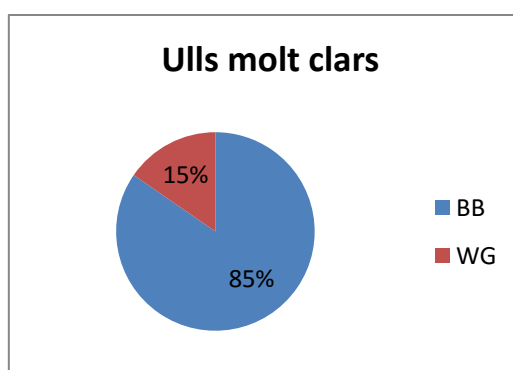


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

En relació a la visió dels colors del vestit BB, els ulls fosc són els que el veuen més (61%). Els ulls molt clars representen el 21%. Els ulls clars l'11%. Els ulls molt fosc el 7%.

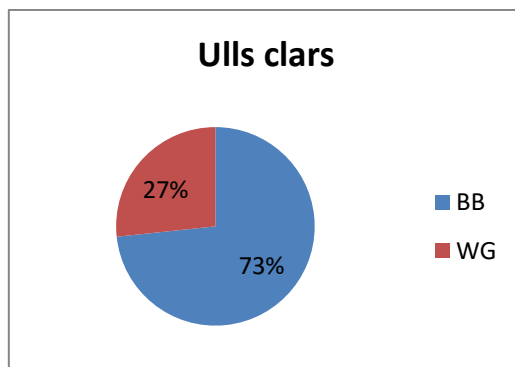
En relació a la visió dels clars del vestit WG, els ulls fosc amb un 52% són els que més el veuen. Els ulls molt clars presenten un 18% i els ulls clars un 17%. Els ulls molt fosc el veuen amb un 13%.

2. Gràfiques que analitzen els matisos de color d'ulls



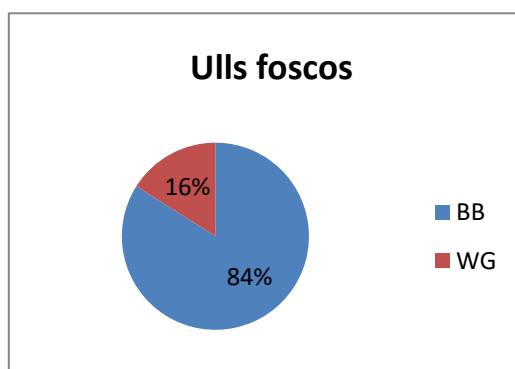
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que pel que fa al total d'individus d'ulls molt clars, el 85% perceben el vestit BB (blau i negre) i, el 15% el perceben de color WG (daurat i blanc).



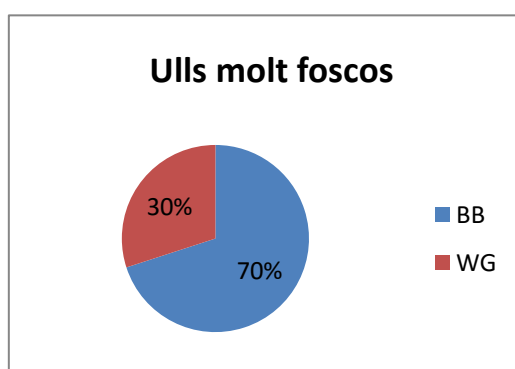
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

El percentatge de persones amb els ulls clars que percep el vestit BB és major (73%) que els individus amb el mateix tipus d'ulls que perceben el vestit WG, ja que és del 27%.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Respecte el total de subjectes de pigmentació d'ulls fosca, els que perceben el vestit BB representen un 84%, per tant, superior als subjectes que el perceben WG, que presenten el 16%.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Els individus amb una pigmentació molt fosca, és a dir marró fosca o negra, que perceben el vestit BB són el 70% i els que el veuen WG són el 30%.

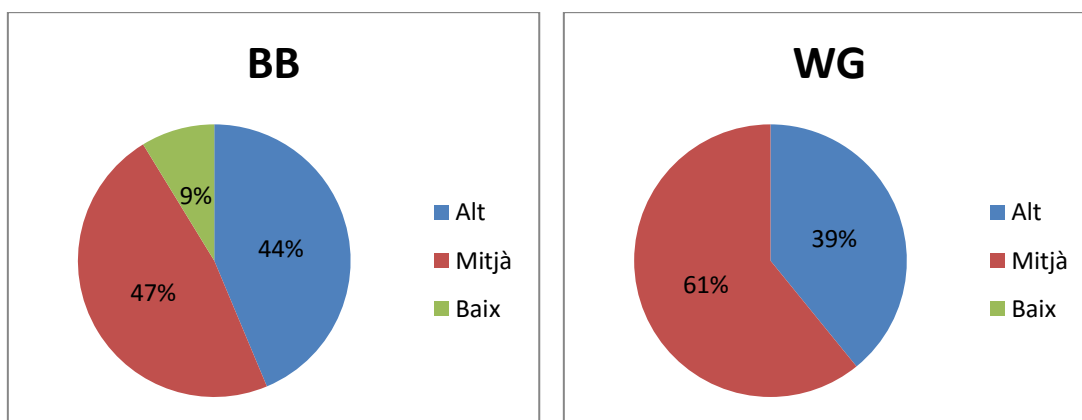
e. Valoració acadèmica

La valoració acadèmica és un possible factor que es creu que influeix en la percepció del color, així com també en la percepció dels colors del vestit. Per tant, els resultats obtinguts de l'anàlisi d'aquest factor junt amb la percepció del vestit BB o WG es presenten a continuació.

Del total de la mostra 103+23, la valoració acadèmica es defineix segons 3 opcions: un nivell bo, mitjà o baix.

Els resultats de la taula (veure Annex pàgina 7), en percentatges, queden representats en les gràfiques següents:

1. Gràfiques que analitzen la percepció del color, BB o WG

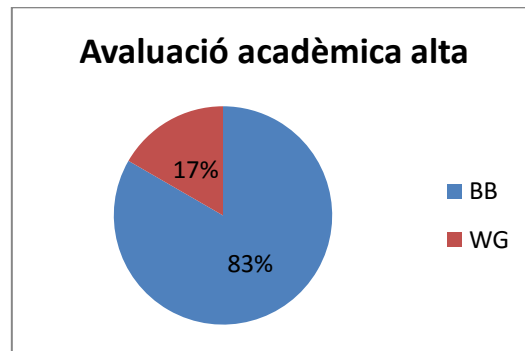


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Respecte el total de subjectes que afirmen veure el vestit BB, la valoració acadèmica predominant és el mitjà ja que, representa el 47%; el segon nivell més elevat és l'alt amb un 44% i, per últim, el nivell d'estudis baix representa el 9%.

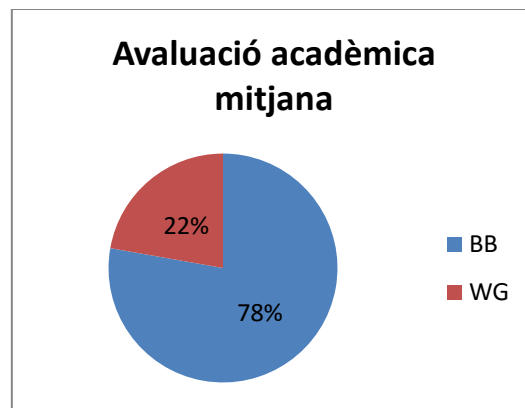
Pel que fa a la visió del vestit WG, s'observa els individus presenten una valoració d'estudis mitjana (el 61%) o alt (el 39%). El nivell baix no es reflecteix en aquest grup d'individus.

2. Gràfiques que analitzen l'avaluació acadèmica



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que el 83% dels alumnes amb un bon nivell acadèmic veuen el vestit dels colors BB i el 17% el veuen WG.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Pel que fa als alumnes de nivell mitjà, també una majoria (78%) veuen el vestit BB i només el 22% el veuen WG.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Per últim, el 100% d'individus de nivell acadèmic baix o molt baix, veuen el vestit estudiat BB.

2.2.2 Segona part. Anàlisi de la percepció dels diferents píxels que conformen el vestit

En aquesta segona part de la recerca s'analitzen els següents aspectes relacionats amb la percepció cromàtica dels píxels que formen el vestit.

- a. Estudi basat en la influència del context, fons negre i blanc, sobre el color dels píxels del vestit.
- b. Anàlisi conjunt de les variables percepció del vestit (BB o WG) i influència del context, fons negre o blanc, sobre els píxels.
- c. Estudi de la influència del fons sobre el color dels píxels. El fons negre indueix a veure els colors més clars i el fons blanc més foscos?
- d. Anàlisi dels colors que tendeixen a veure els individus que veuen el vestit BB i dels que el veuen WG.
- e. Estudi conjunt de la percepció dels píxels i de la percepció del vestit. S'analitza si la percepció dels píxels, de forma individual, es correspon amb la percepció dels colors del vestit.

a. Influència del fons negre i blanc en la percepció dels píxels

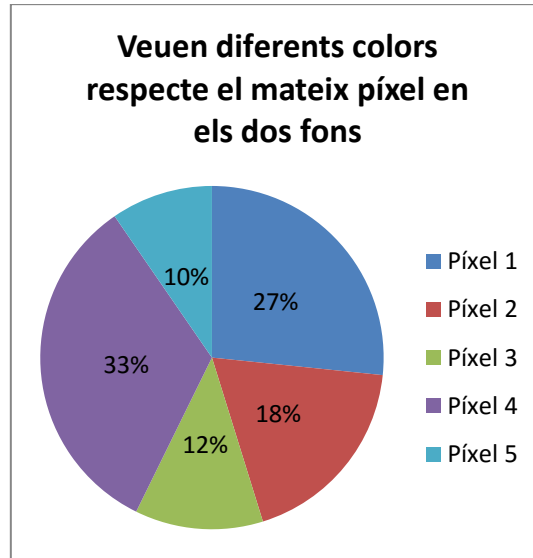
En aquest apartat s'analitza la influència del fons acromàtic, negre i blanc, sobre els cinc píxels que formen el vestit (*veure apartat 1.6.2 Informació sobre els Píxels del vestit*). És a dir, s'estudia si els subjectes, que han participat en aquest treball, han vist dos colors diferents respecte el mateix color de píxel, aquest col·locat en un fons negre i, després, en un fons blanc. Es poden observar els diferents píxels superposats en els fons negre i blanc a l'apartat *1.2.2 Anàlisi dels Píxels*.

Del total de la mostra (126 individus), la influència del fons negre o blanc s'estudia amb els Píxels 1,2,3,4 i 5.

A continuació s'exposen les gràfiques que contenen els percentatges arrodonits de la taula de l'Annex pàgina 10. De la forma següent:

1. Gràfiques que analitzen la diferenciació o no respecte el context

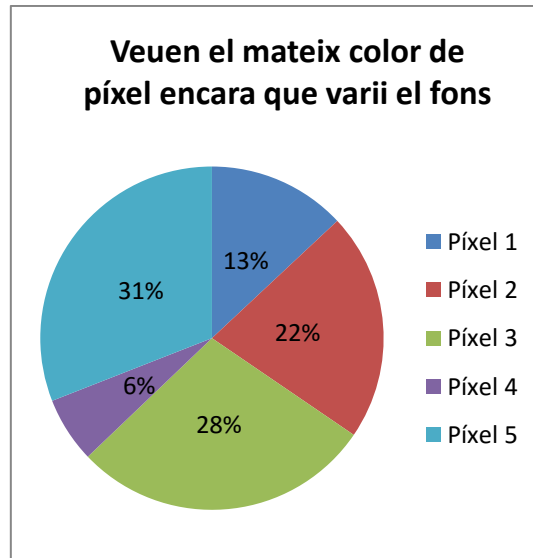
Els percentatges descrits i mostrats a la gràfica, han estat calculats respecte el total d'individus que van veure dos colors diferents respecte el mateix Píxel, superposat en un fons negre o un fons blanc.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Com els resultats de la gràfica indiquen, el 33% pertany al total d'individus que van veure dos colors diferents respecte el Píxel 4; seguidament, el 27% dels individus van veure el color diferent respecte el Píxel 1; el 18% van veure el Píxel 2 diferent en els dos fons; el 12% respecte el Píxel 3 i, finalment, el 10% restant respecte el Píxel 5.

Els percentatges assenyalats i representats a la gràfica següent, han estat calculats respecte la part de la mostra que van veure el mateix color de píxel encara que el fons (negre o blanc) canviés.



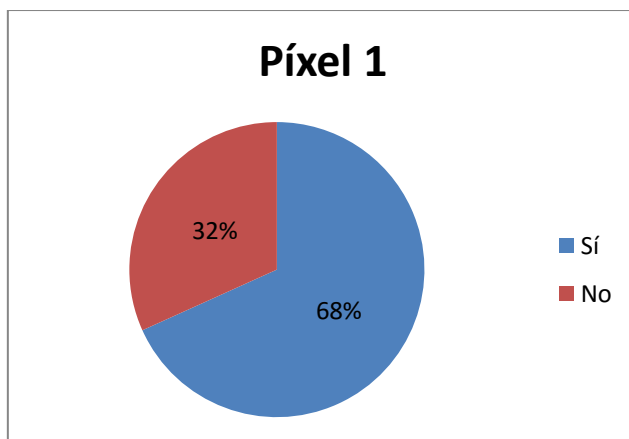
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Encara que el fons sigui negre o blanc, el Píxel 5 és reconegut per un % de subjectes més alt (31%). Segueix el Píxel 3 amb un 28%. Després el Píxel 2, reconegut pel 22%. El Píxel 1 (amb un 13%) i el Píxel 4 (amb un 6%) són els que els subjectes tendeixen menys a percebre iguals en els dos fons (negre o blanc). Per tant, són els que els subjectes veuen diferents quan canvia el fons, negre o blanc.

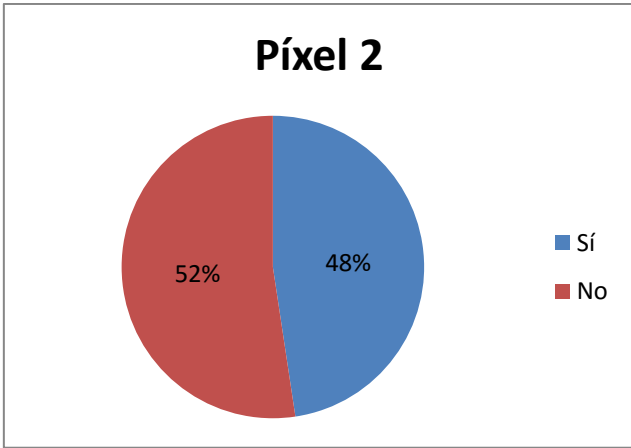
2. Gràfiques que analitzen els píxels individualment

A continuació es descriuen per cada píxel els tants per cent d'individus que han diferenciat els píxels en diferents fons i els que no.

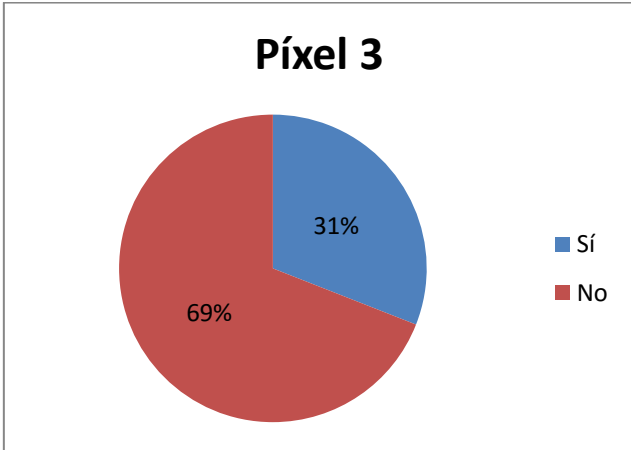
Les gràfiques mostren els % que es mostren a la taula (consultar Annex) de forma arrodonida.



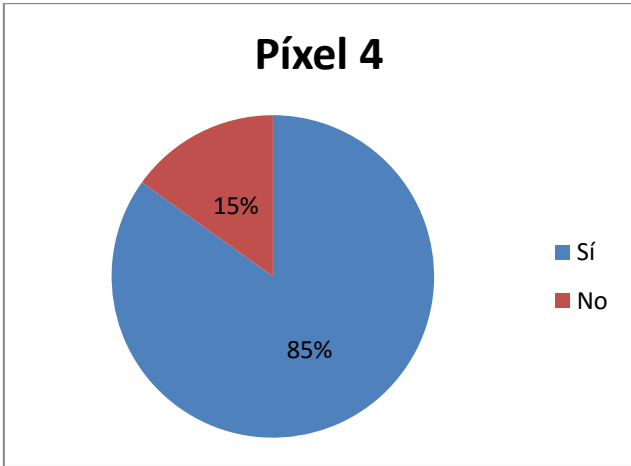
Respecte a la percepció del Píxel 1, en els diferents fons (blanc i negre), s'observa que el 68% van han vist colors diferents, respecte el mateix píxel, en els fons blanc i negre. En canvi, el 32% ha vist el mateix píxel en els dos fons.



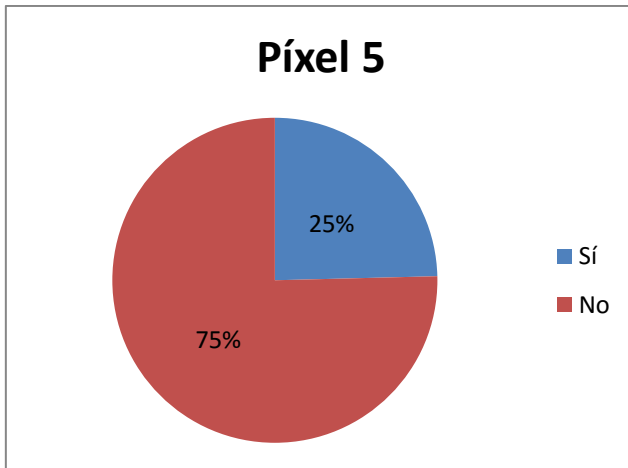
Pel que fa al Píxel 2, el 48% va percebre colors diferents, respecte el mateix, en els dos contextos (fons blanc i fons negre) en que va ser mostrat. I el 52% va afirmar haver observat el mateix color en els dos fons .



El Píxel 3 va ser vist de vist de dos colors diferents pel 31% del total de participants. En canvi, 69% el va veure igual, tot i els dos fons.



Pel que fa a la percepció del Píxel 4, la seva distinció en els dos tipus de contextos acromàtics, va ser diferent en el 85% del total de participants. En canvi, el 15% de les persones van veure aquest color (Píxel 4) igual independentment del fons en el que es trobava.



Respecte al Píxel 5, el 75% del total d'individus va distingir aquest Píxel 5 en els fons blanc i negre, però el 25% no ho va fer, ja que van afirmar veure el mateix color en els dos contextos.

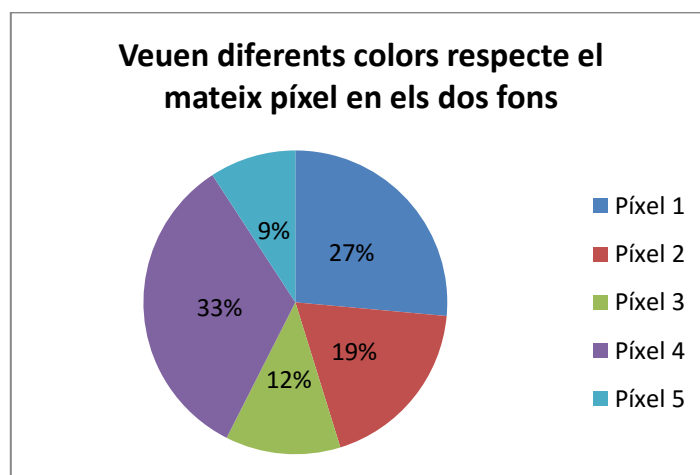
b. Relació entre la influència dels diferents fons en la percepció dels píxels i la percepció del vestit

Aquesta part del marc pràctic pretén estudiar si en els individus de la mostra hi ha una relació entre el fet que vegin el vestit dels colors BB o WG i el fet que distingeixin els píxels en els fons negre o blanc (*veure apartat 1.6.2 Informació sobre els Píxels del vestit*).

Del total d'individus que ha vist el vestit BB (103), la influència del fons sobre els píxels s'exposa en les gràfiques (*veure Annex pàgina 10 i 11 per més informació*) següents:

1. Gràfiques que analitzen la influència del fons sobre els píxels

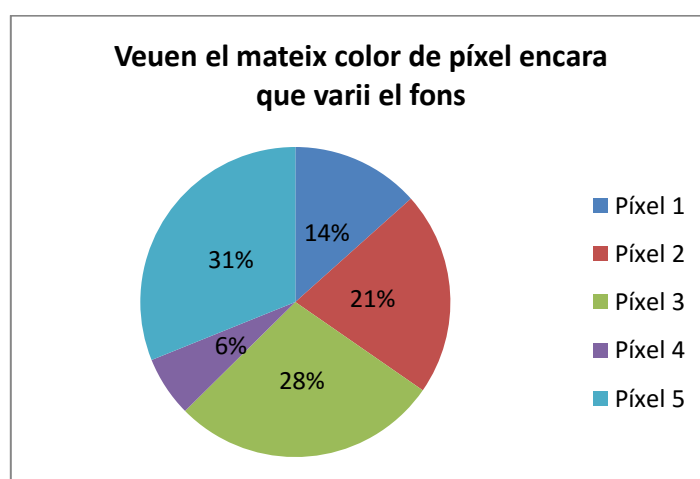
En la gràfica següent es presenta la relació entre els individus que van veure el color del píxel diferent quan aquest estava superposat en un fons negre i, més tard, en un fons blanc.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que el 33% dels subjectes que perceben el vestit BB veuen diferent el Píxel 4, quan queda exposat en dos contextes acromàtics diferents. El 27% dels casos van veure colors diferents respecte el Píxel 1. El 19% respecte el Píxel 2. El 12% van veure colors diferents respecte el Píxel 3. El 9% restant va diferenciar dos colors diferents respecte el Píxel 5 en un fons negre i un fons blanc.

En la gràfica següent es presenta la relació entre els individus que no van diferenciar el color del píxel quan aquest estava superposat en un fons negre i, més tard, en un fons blanc.



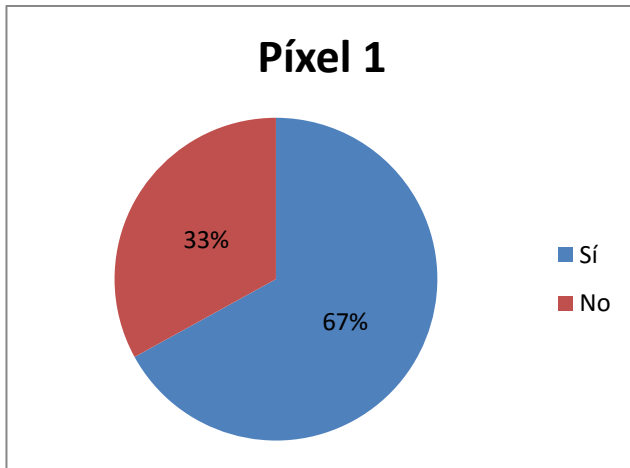
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

El 31% d'alumnes que han vist el vestit BB, han identificat el mateix color del Píxel 5 tant si el fons era negre o era blanc. El 28% respecte el Píxel 3. El 21% respecte el Píxel 2. El 14% respecte el Píxel 1. El 6% restant ha vist el mateix color del Píxel 4 tant si aquest es trobava superposat en un fons negre com en un fons blanc.

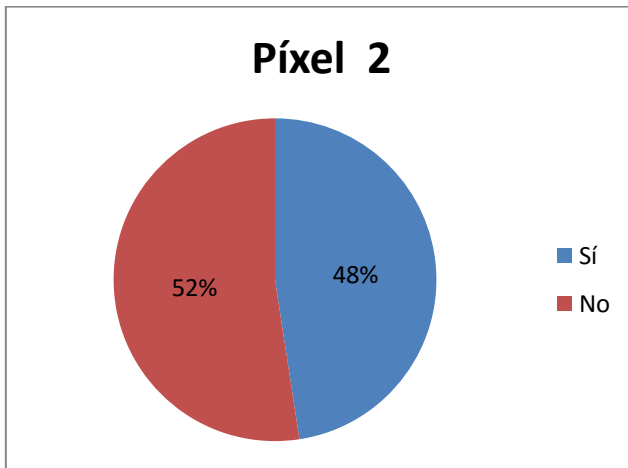
2. Gràfiques que analitzen els píxels individualment

Per cada píxel s'ha estudiat la quantitat de subjectes que han diferenciat el píxel en qüestió i els que l'han vist igual en els dos contextes acromàtics diferents (fons negre fons blanc).

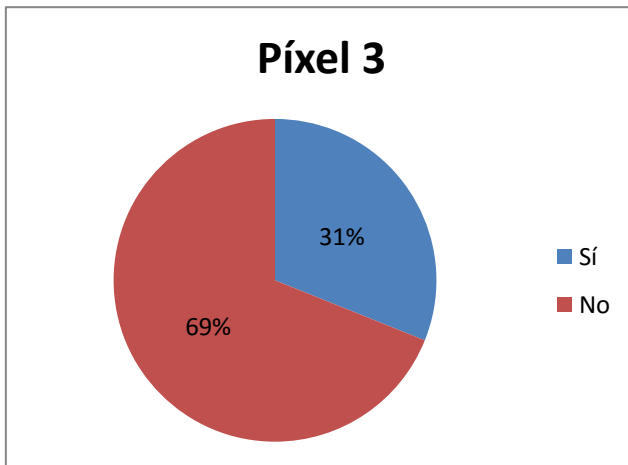
Els percentatges representats a les gràfiques següents s'han exposat de forma arrodonida. Si es desitja veure els tants per cent exactes i més informació cal consultar l'Annex.



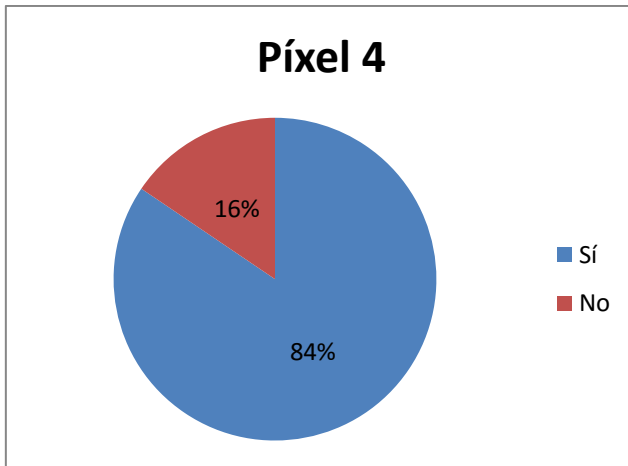
Pel que fa a la visió general del Píxel 1 pels alumnes que han vist el vestit BB, s'observa que el 67% d'aquests van veure el píxel diferent segons el fons, i en canvi el 33% van veure el Píxel 1 del mateix color en els dos fons diferents.



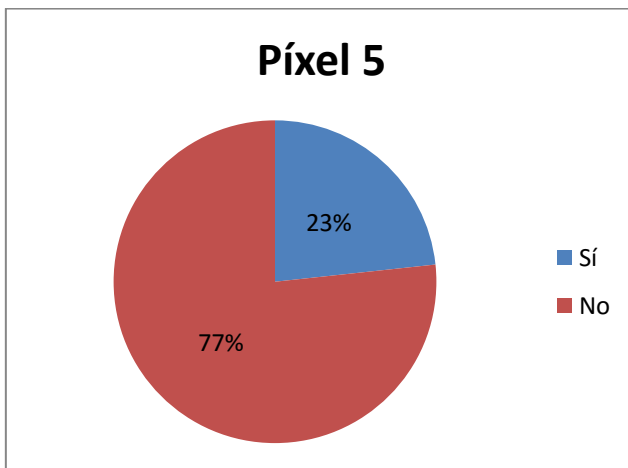
Respecte a la visió del Píxel 2 es pot observar que el 48% va veure colors diferents respecte el Píxel 2 contextualitzat de forma desigual i, per contra, el 52% el va percebre del mateix color, encara que el fons fos diferent.



Pel que fa al Píxel 3, la gràfica mostra que el 31% van veure un el color diferent respecte el Píxel i el 69% van veure el mateix color de Píxel, tot i aquest estar en fons diferents.



Pel que fa al Píxel 4 s'observa que el 84% dels individus amb una percepció del vestit BB, van veure el Píxel 4 de diferents colors en els dos contextos acromàtics en els que va ser mostrat i, el 16% va percebre aquest píxel del mateix color.



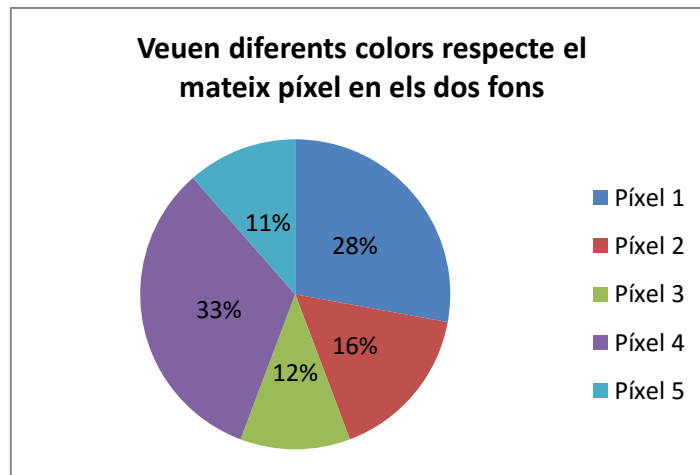
En referència a la visió del Píxel 5, el 23% va veure el píxel analitzat de forma diferent en els dos fons neutres, assenyalats prèviament, i per contra, el 77% va assegurar haver vist el mateix color de píxel, tot i els fons negre o blanc.

Segonament, es presenten els resultats que s'han obtingut després d'analitzar la mostra d'individus que perceben el vestit WG (White and Gold).

Dels 23 individus WG, es presenten els resultats següents:

1. Gràfiques que analitzen la influència del fons sobre els píxels

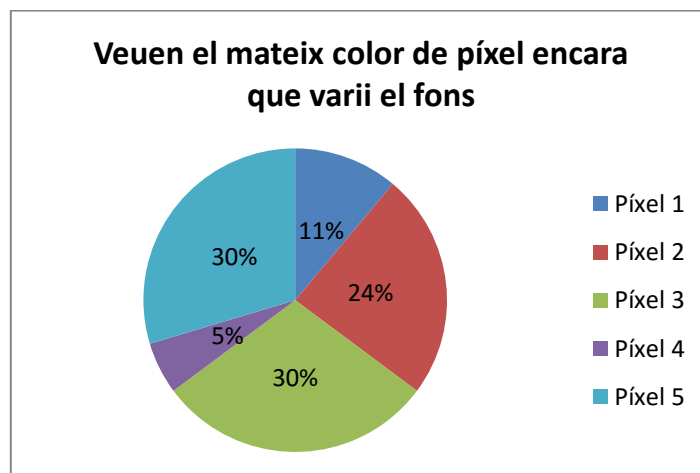
La gràfica mostra els resultats que han sorgit després de calcular (en percentatges) el total de persones que diferencien o no el color d'un píxel, superposat en dos fons diferents.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que el Píxel 4 va ser vist de manera desigual pel 33% dels casos, segons el fons negre o blanc. Igualment, el Píxel 1 pel 28%. El Píxel 2 pel 16%. Els Píxels 3 (12%) i 5 (11%) també van ser vistos de diferents colors segons si es trobaven exosats en un fons negre o un fons blanc.

A continuació, s'exposen els resultats de la visió del mateix color de Píxel encara que variï el fons (fons negre i fons blanc).



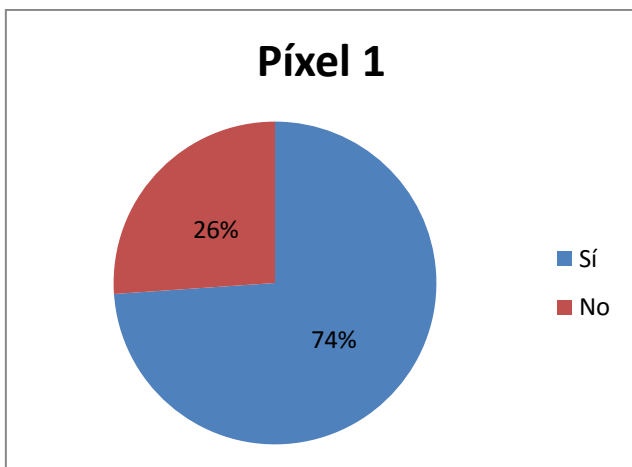
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Es pot observar que el 30% dels casos van percebre el mateix color del Píxel 3, tot i haver estat mostrat en dos fons neutres diferents. El Píxel 5 pel 30%. El 24% va veure el mateix color respecte el Píxel 2. L'11% respecte el Píxel 1 i, darrerament, el Píxel 4 va ser vist del mateix color pel 5%, tot i haver estat mostrat en un fons negre i en un fons blanc.

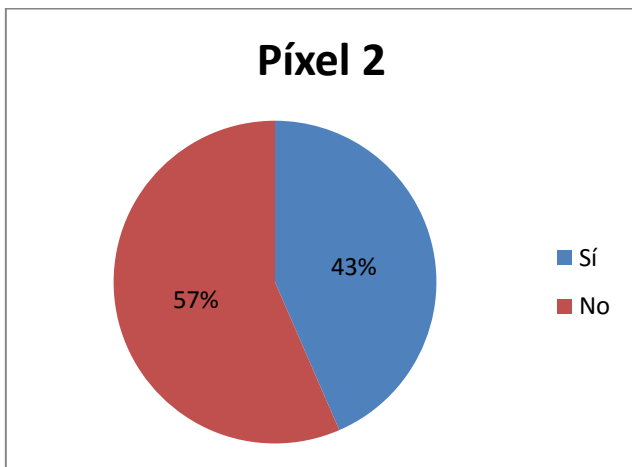
2. Gràfiques que analitzen la percepció individual dels píxels

A continuació es descriuen per cada píxel els tants per cent d'individus (WG) que han diferenciat els píxels en els diferents fons, i els que no.

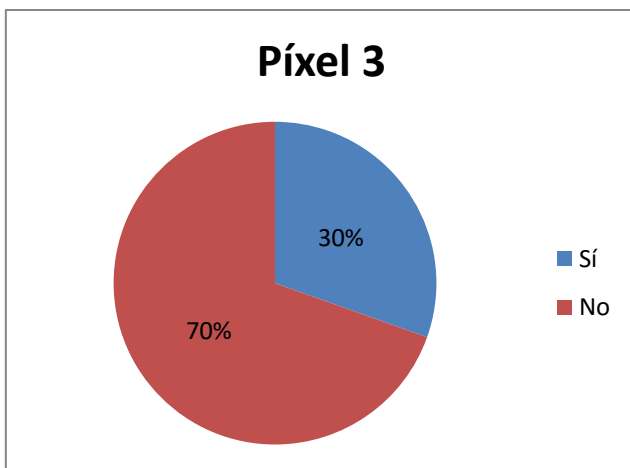
Els percentatges representats a les gràfiques posteriors s'han exposat de forma arrodonida. Si es desitja veure els tants per cent exactes i més informació cal consultar l'Annex.



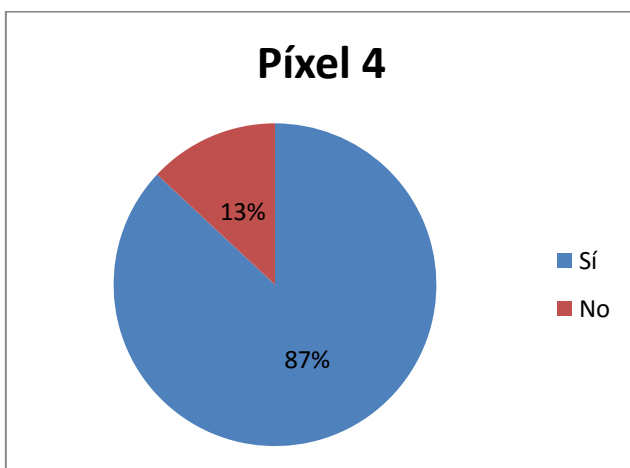
Pel que fa al Píxel 1, s'observa que el 74% dels casos van veure diferent el píxel en qüestió en els fons acromàtics. Per contra, el 26% van veure el Píxel 1 del mateix color en els dos fons.



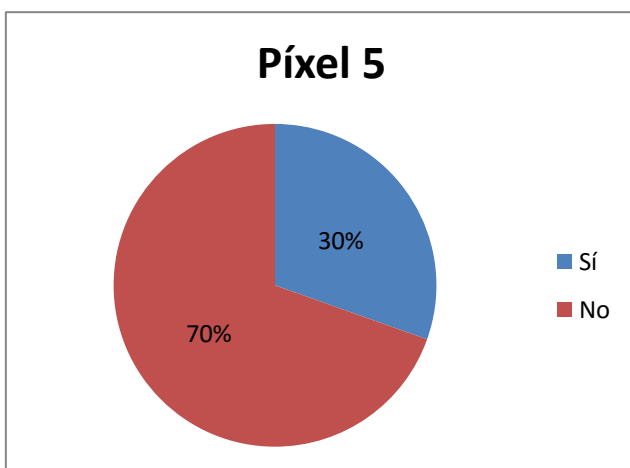
Respecte la visió del Píxel 2 s'observa que el 43% van veure el píxel de colors diferents, quan va ser mostrat en un fons negre i en un fons blanc. El 57% veure el mateix color, tot i aquest estar superposat en dos fons neutres diferents.



En referència a la visió del Píxel 3 en dos contextos diferents, es pot observar que el 30% va veure dos colors diferents respecte el mateix Píxel i, per contra, el 70% el va veure del mateix color



El Píxel 4 exposat en dos contextos acromàtics dissemblants, va induir a veure diferent el mateix píxel al 87% dels casos. En canvi, la visió del píxel no va canviar en el 13% dels individus.



Pel que fa a la visió del Píxel 5, es pot observar que el 30% va veure colors diferents respecte el mateix píxel, superposat en dos fons diferents, però, per contra, el 70% d'aquests individus no va distingir el píxel en qüestió.

c. Influència dels fons blanc i negre sobre la tonalitat d'un mateix Píxel

En aquest apartat s'exposen les dades que han resultat després de l'anàlisi de la influència del fons sobre els matisos cromàtics dels píxels (veure apartat 1.6.2 Informació sobre els Píxels del

vestit). Aquest punt gira al voltant de la pregunta següent: Els individus perceben els píxels més foscos sobre el fons blanc i més clars sobre el fons negre?

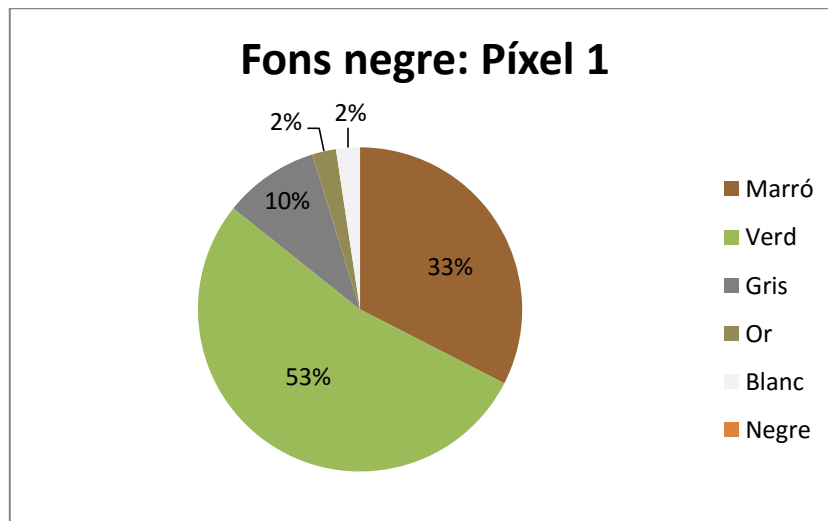
Les gràfiques representen les dades d'un Píxel i un fons determinat. Es troben disposades de la manera següent:

1. **Gràfica que analitza les diferents percepcions.** S'indiquen les diferents visions cromàtiques del Píxel en qüestió, que han tingut els individus.
2. **Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut.** S'indiquen detalladament les diferents tonalitats d'aquell color (color clar, estàndard o fosc) que han vist els individus.

Les dades de les gràfiques s'han extret de la taula que es troba a l'Annex (pàgina 11-14), caldrà consultar-la per més informació.

FONS NEGRE. PÍXEL 1

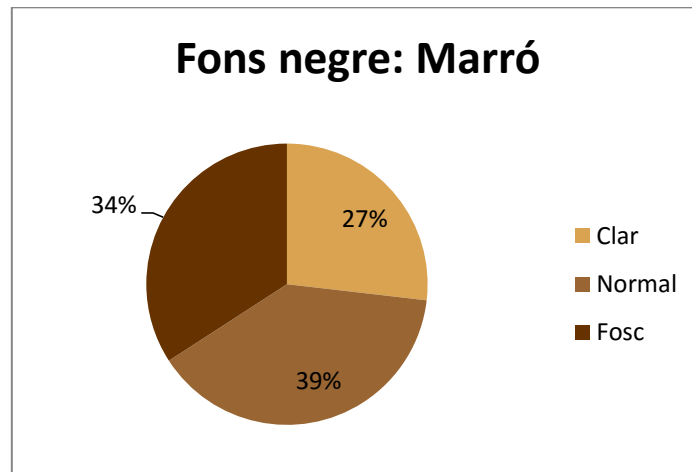
1. **Gràfica que analitza les diferents percepcions**



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

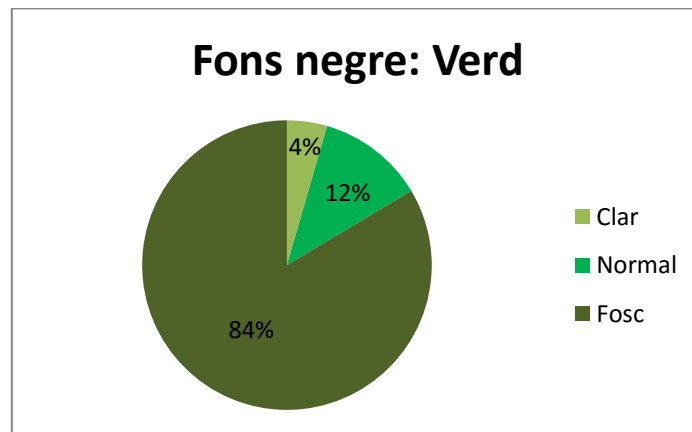
Pel que fa al Píxel 1 situat sobre un fons negre, el 53% dels individus han vist aquest píxel verd; el 33% dels participants el marró; el 10% gris; el 2% daurat i el 2% restant, de color blanc.

2. Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



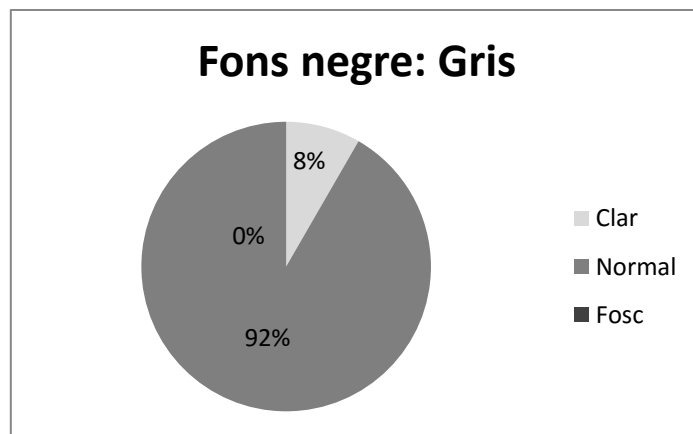
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

El 34% dels individus que van veure el Píxel 1 marró, el 34% el va veure fosc; el 39% d'una tonalitat estàndard; i el 27%, marró clar.



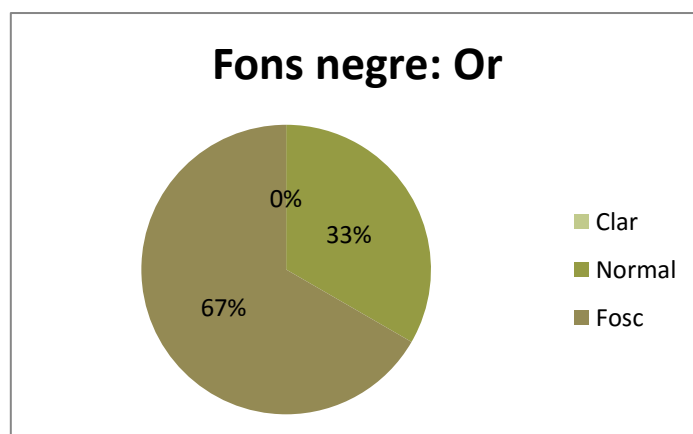
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

La percepció del color verd en el Píxel 1 sobre el fons negre va dividir, també, els participants en tres grups segons si el veien fosc, normal o clar. El 84% va percebre el Píxel 1 sobre un fons negre, verd fosc, el 12% estàndard i el 4% clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

La percepció del Píxel 1 sobre un fons negre, del color gris, va estar determinada per la visió de gris fosc (0%), gris normal (92%) i gris clar (8%).

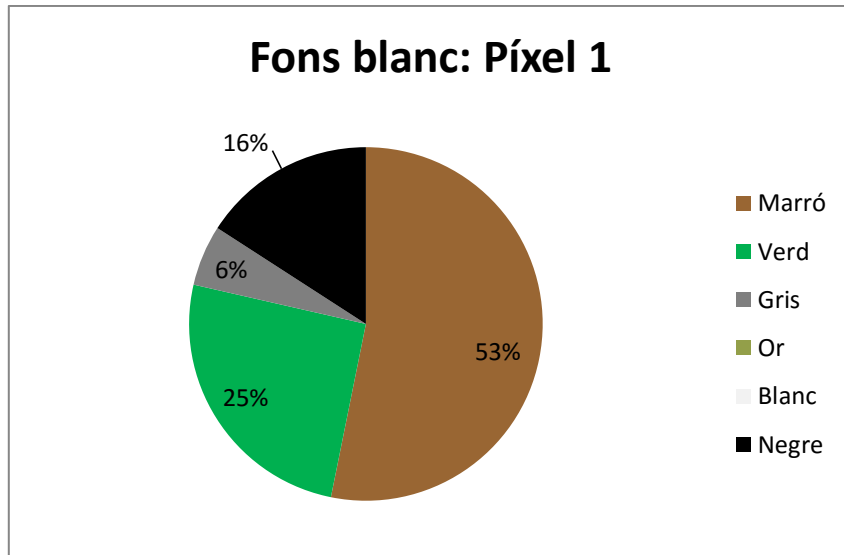


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Pel que fa a la percepció, del Píxel 1 sobre el fons negre, del color daurat, el 67% el van percebre daurat fosc i l'altre 33% daurat estàndard. Per tant, ningú el va veure de color or clar.

FONS BLANC. PÍXEL 1

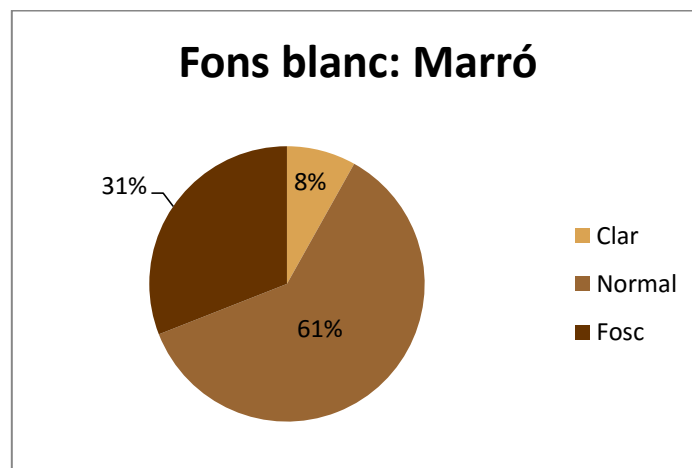
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

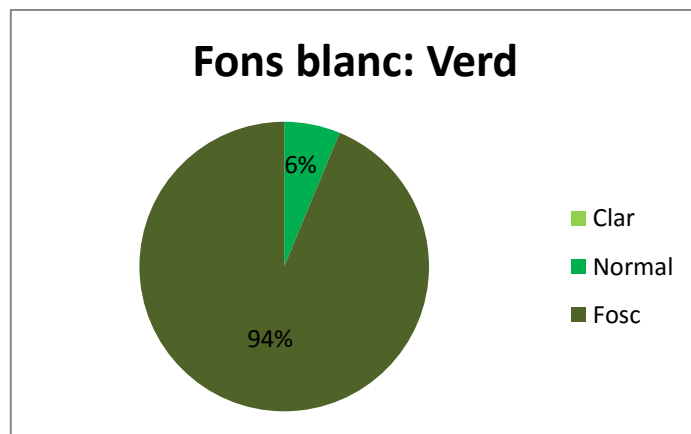
La percepció del Píxel 1 sobre un fons blanc, va ser diversa. Per una banda, el 53% dels participants el van percebre marró; el 25% verd; el 16% negre; i l'últim 6% gris. El color daurat i blanc no van estar percebuts per cap persona.

2. Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



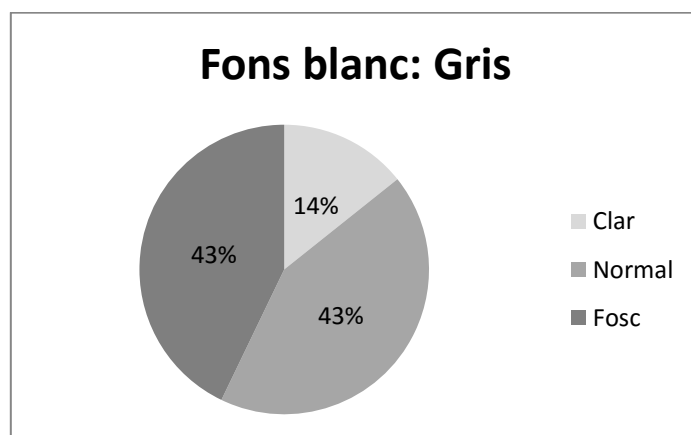
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

En referència a la visió del color marró, pel que fa al Píxel 1 sobre un fons blanc, el 31% dels casos van percebre el marró d'una tonalitat fosca, el 61% d'una estàndard i, l'últim 8%, d'una més clara.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

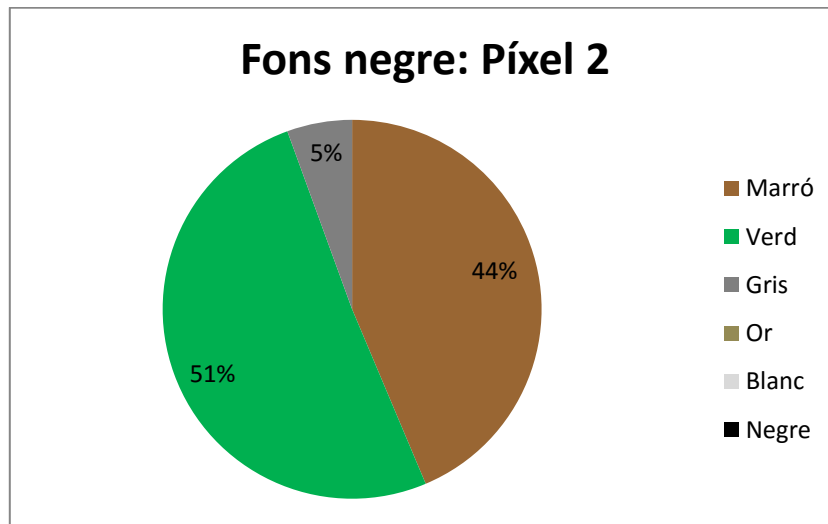
El color verd es divideix en les percepcions de verd fosc, que representa el 94% i verd "normal" que es reflecteix en el 6%



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Dels individus que van veure el Píxel 1 sobre un fons blanc gris, el 43% el va veure gris fosc, el un altre 43% normal i el 14% clar.

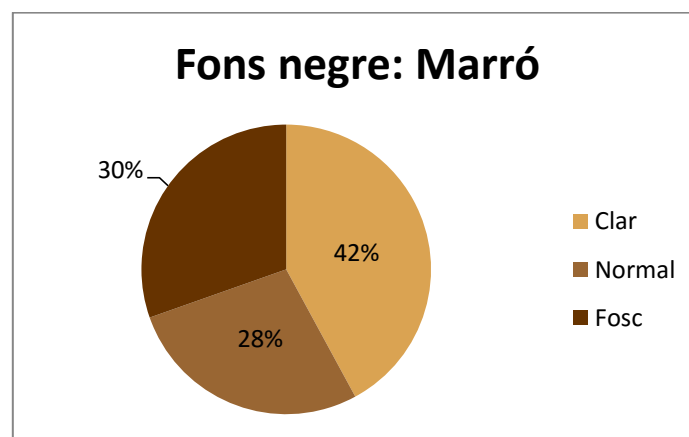
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

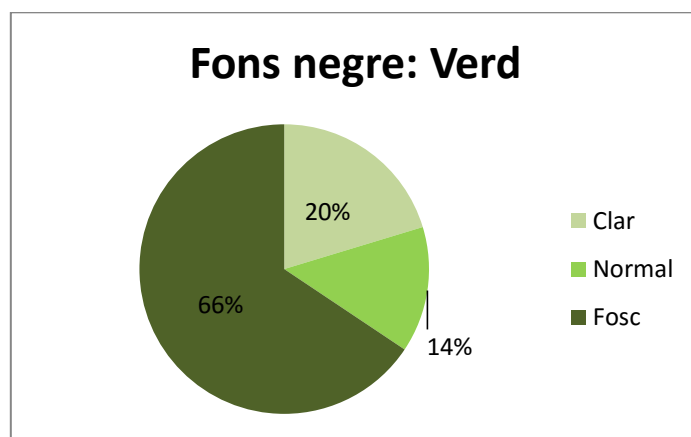
Al mostrar el Píxel 2 sobre un fons negre, les percepcions d'aquest color van ser diferents, tot i que s'ensenyava el mateix color de píxel. Per una banda, el color que va ser vist amb més freqüència va ser el verd, amb un 51% de la representació total, seguidament, el marró amb el 44% i finalment, el gris pel 5% restant.

2. Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



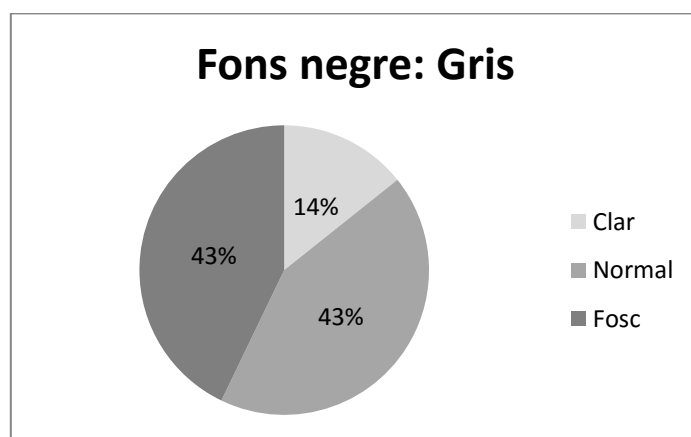
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Els individus que van veure el Píxel 2 sobre un fons negre, de color marró, el van veure marró clar el 42%, el 30% fosc i el 28% normal.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

La percepció del Píxel 2 sobre un fons negre, del color verd, va estar determinada per la visió de verd fosc (66%), verd normal (14%) i verd clar (20%).

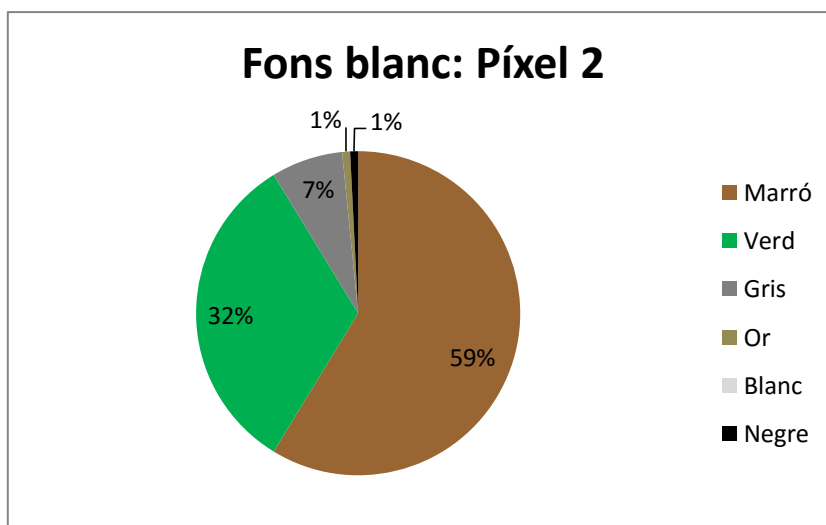


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Dels individus que van veure el Píxel 2 sobre un fons negre de color gris, el 43% el va veure gris fosc, un altre 43% gris estàndard, i el 14% restant gris clar.

FONS BLANC. PÍXEL 2

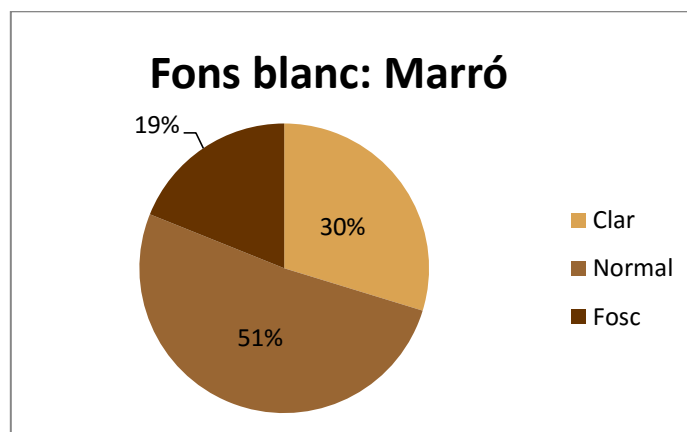
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

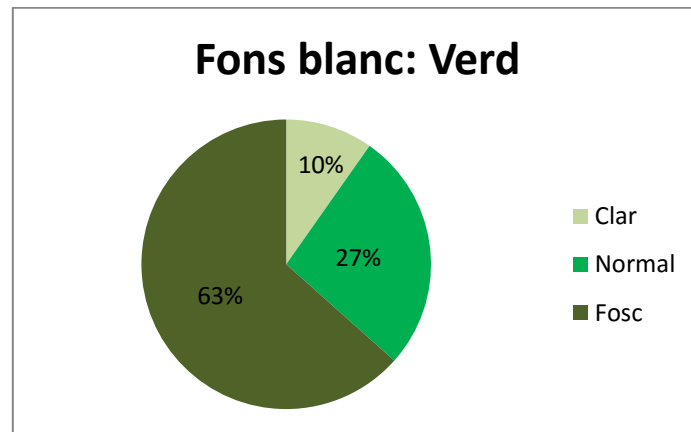
La visió de del Píxel 2, superposat en un fons blanc, es divideix en : el 59% el va percebre de color marró, el 32% de color verd; el 7% de color gris, un 1% daurat i l'últim 1% de color negre.

2. Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



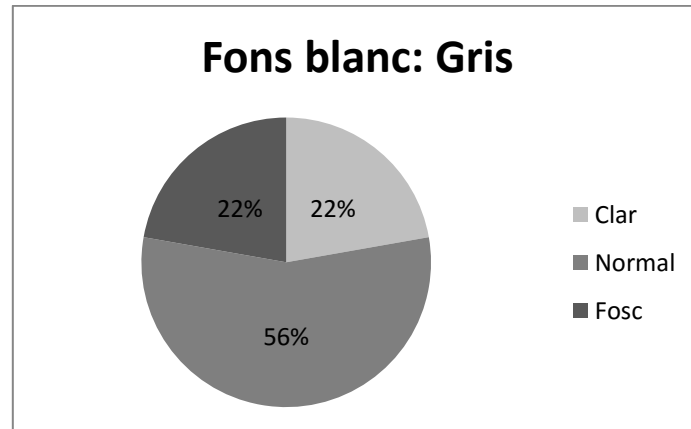
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la percepció del color marró, en referència al Píxel 2, el 51% dels individus va veure un color marró estàndard o normal, el 30% va percebre un marró clar i el 19% el va veure fosc.



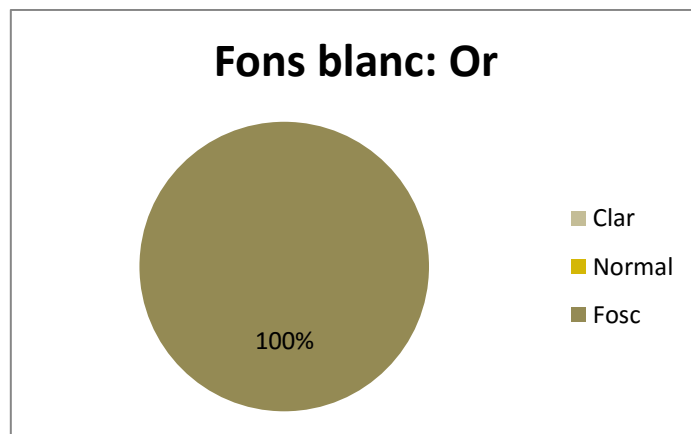
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Pel que fa a la visió del Píxel 2 (en un fons blanc) del color verd, s'observa que el 63% van percebre el píxel verd fosc, el 27% verd normal o estàndard i el 10% verd clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

El Píxel 2 sobre un fons blanc va ser també vist com a color gris, el gris estàndard o normal és representat amb el 56%, gris clar amb el 22%, i el gris fosc amb el 22%.

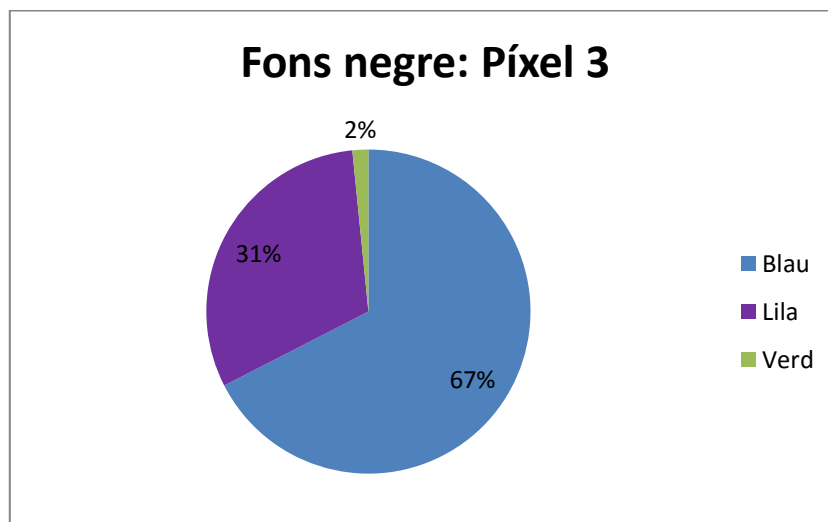


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

El Píxel 2 sobre el fons blanc també va ser percebut de color daurat, però la percepció d'aquest no va presentar diferenciacions. El 100% dels participants que van percebre el Píxel 2 daurat, el van veure de color daurat fosc.

FONS NEGRE. PÍXEL 3

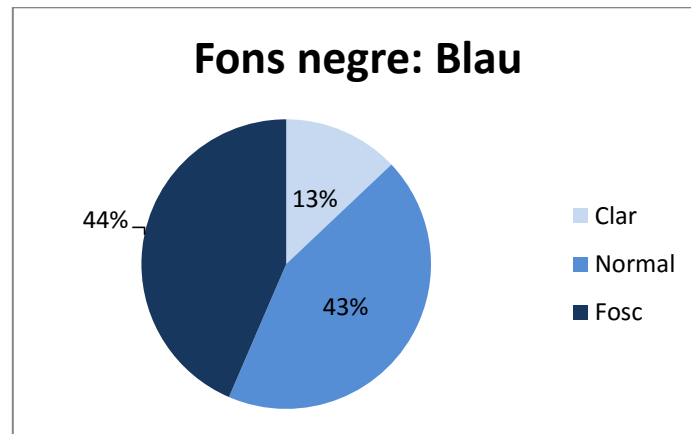
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

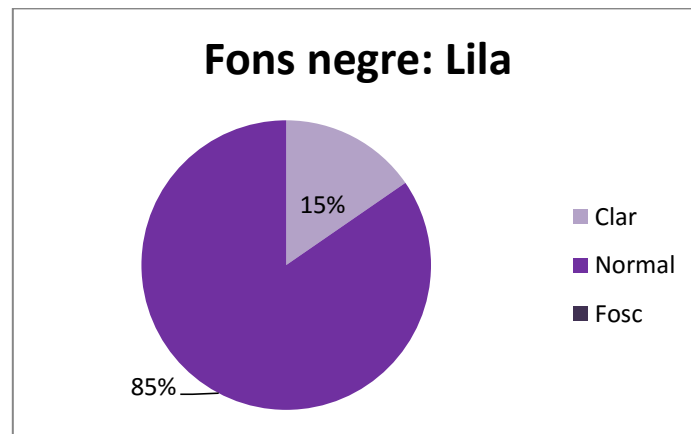
Respecte el Píxel 3 sobre un fons negre, en el 67% dels casos es va veure de color blau, tal com reflecteix la gràfica anterior; el 31% d'aquests subjectes el va percebre lila i, l'últim percentatge, del 2%, correspon a la percepció del color verd, respecte el Píxel analitzat.

2.Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



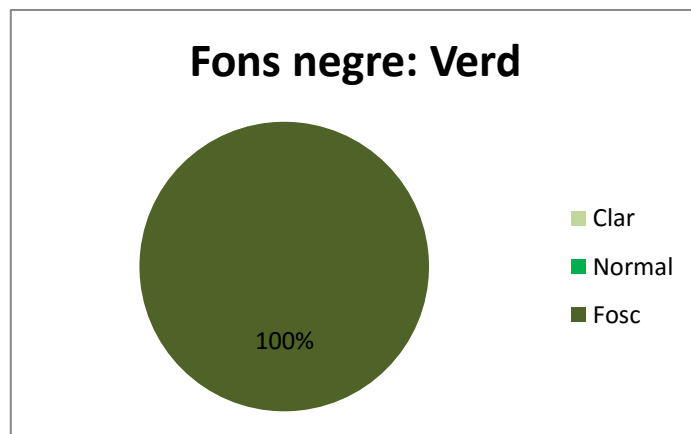
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Pel que fa a la percepció blava, respecte el Píxel 3, es pot observar, que en el 44% el va veure blau fosc, el 43% blau normal o estàndard i, en el 13% blau clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

La percepció del Píxel 3 del color lila es divideix en: lila estàndard (85%) i lila clar (15%).

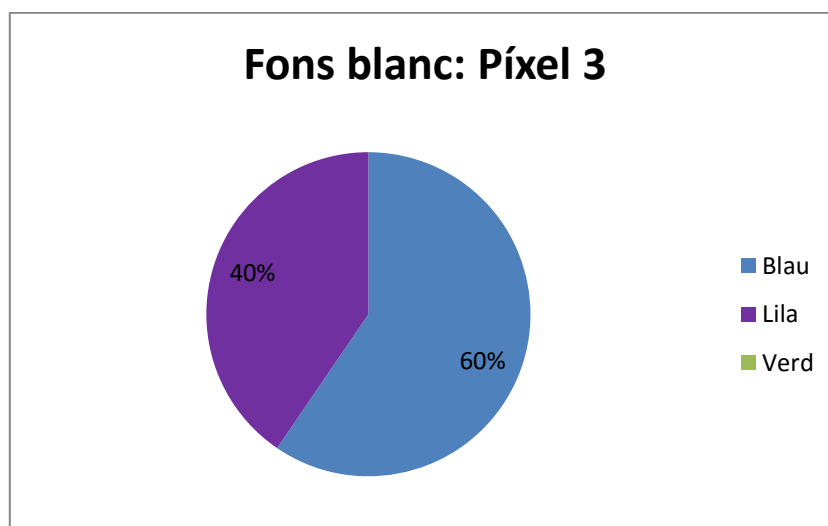


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Pel que fa a la percepció verda, d'aquest píxel estudiat, s'observa que el 100% dels individus el va veure verd fosc.

FONS BLANC. PÍXEL 3

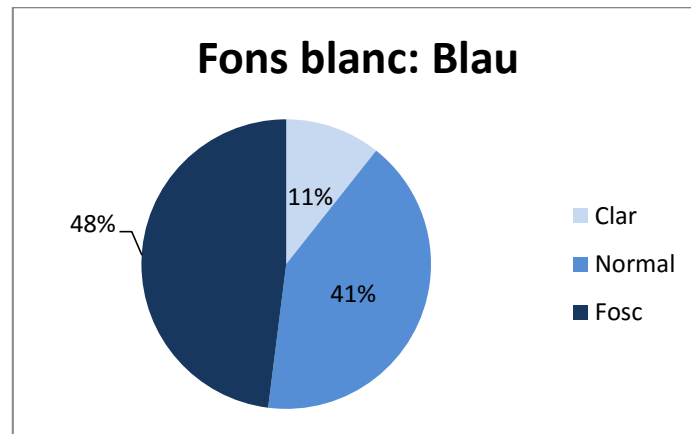
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

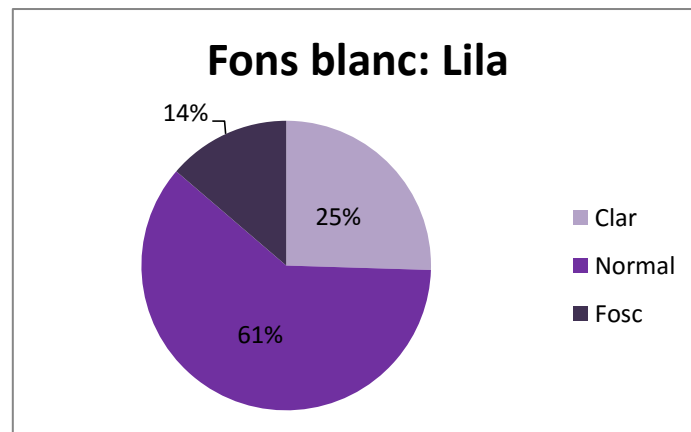
Segons la gràfica prèvia, es pot observar que les percepcions del Píxel 3 sobre un fons blanc, es divideixen en dos grups. Per una banda, el 60% del total d'individus participants van afirmar percebre el píxel de color blau i, en canvi, el 40% dels alumnes el van percebre lila. Per tant, cap subjecte va percebre aquest Píxel 3 verd.

2.Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

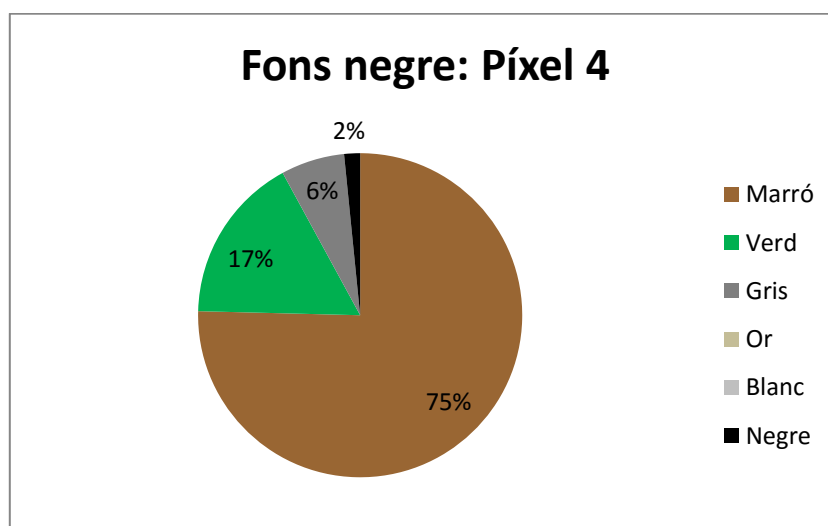
Dels individus que van veure el Píxel en qüestió blau, s'observa que el 48% el va veure blau fosc, el 41% blau "estàndard" i l'11% blau clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

Pel que fa a la percepció del color lila s'observa que el 61% dels casos el va veure lila estàndard o normal, el 25% lila clar i, el 14% lila fosc.

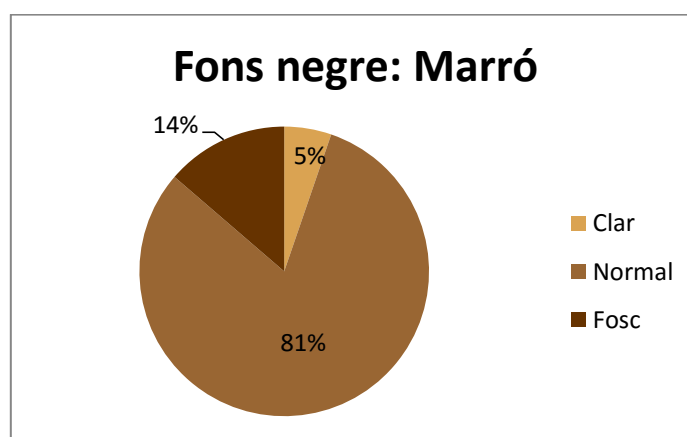
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

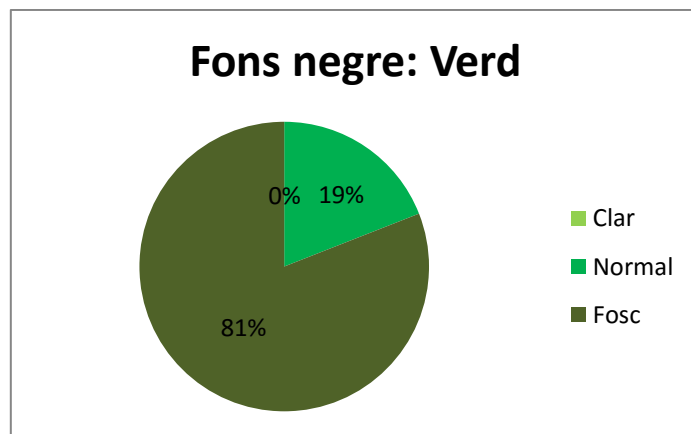
El Píxel 4 superposat en un fons negre ha reflectit quatre possibles percepcions sobre el color d'aquest. Per una banda, el 75% dels subjectes de la mostra estudiada el van percebre de color marró, el 17% dels estudiants el van veure verd, va ser vist com a gris pel 6% del total d'individus i, finalment, pel 2% també ho va ser de color negre.

2. Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



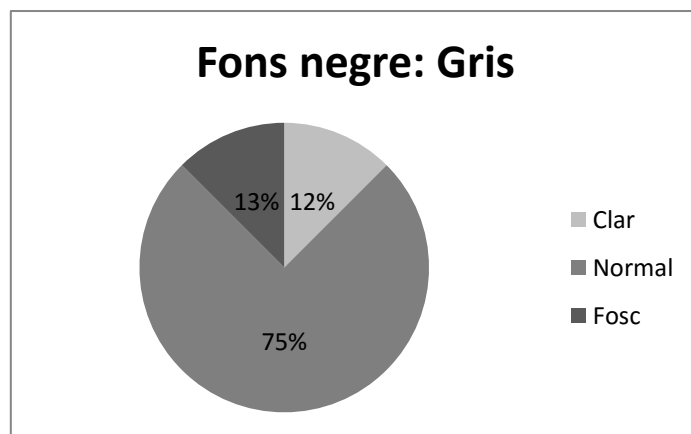
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

En referència a la visió del Píxel 4, marró, s'observa que el 81% el va veure marró normal, el 14% marró fosc, i el 5% restant marró clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

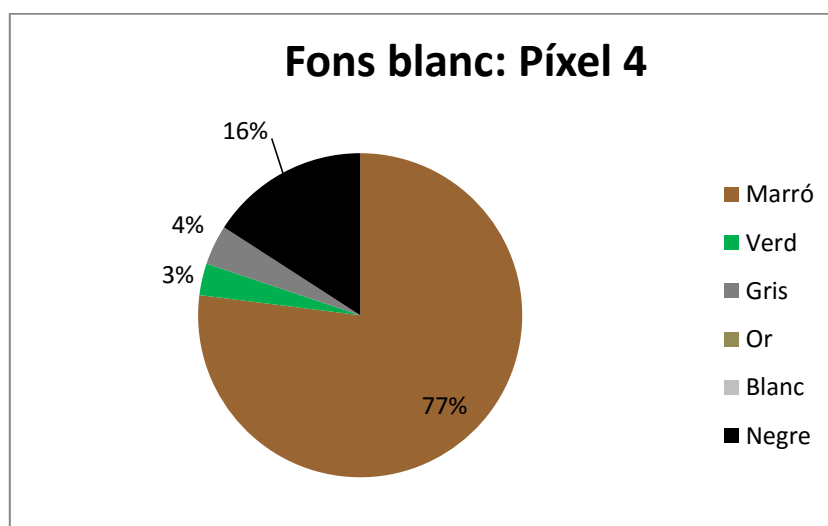
Pel que fa a la percepció del color verd s'observa que el 81% dels casos el va veure verd fosc i el 19% verd normal.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

De la mateixa manera, veiem que la percepció del color gris, respecte el Píxel 4, es divideix en tres diferents. El 75% dels alumnes van veure el píxel analitzat gris, ho va fer de color gris estàndard o normal, el 13% de color gris fosc i el 12% restant gris clar.

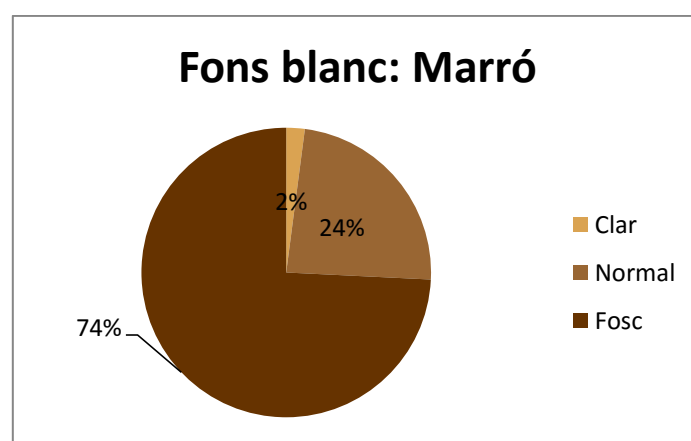
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

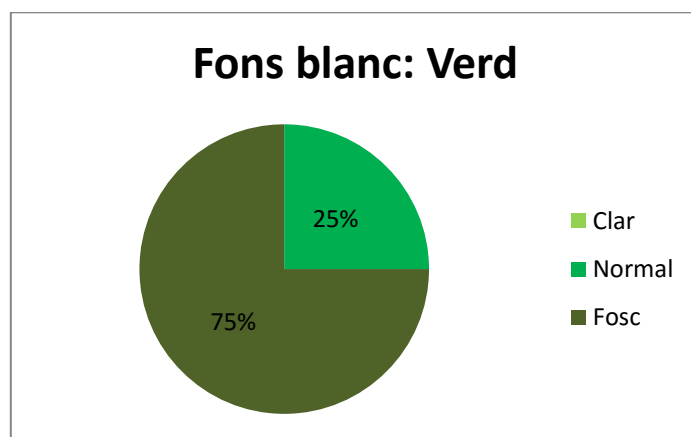
La gràfica anterior mostra la visió de diferents colors respecte el Píxel 4, superposat en un fons blanc, i s'observa que: el 77% del total de participants, el van percebre de color marró, el 16% de color negre, el 4% del total de color gris i, l'últim 3% de color verd.

2. Gràfiques que analitzen individualment cada color percebut



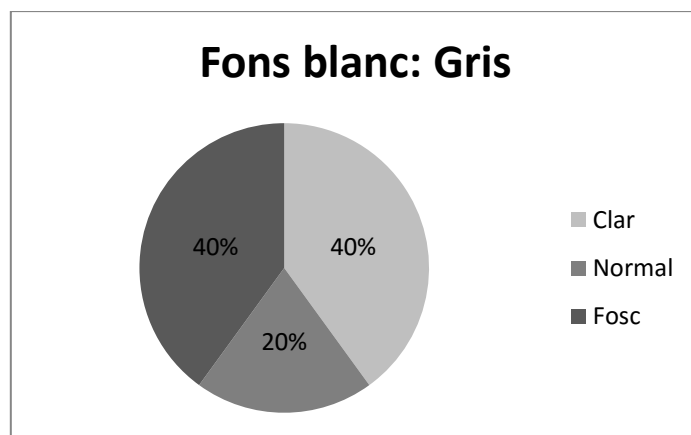
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Pel que fa a la visió del Píxel 4 (en un fons blanc) del color marró, es pot observar a la gràfica anterior, que el 74% del total de subjectes amb aquesta tipologia de visió, van percebre el píxel marró fosc, el 24% marró normal o estàndard i el 2% marró clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

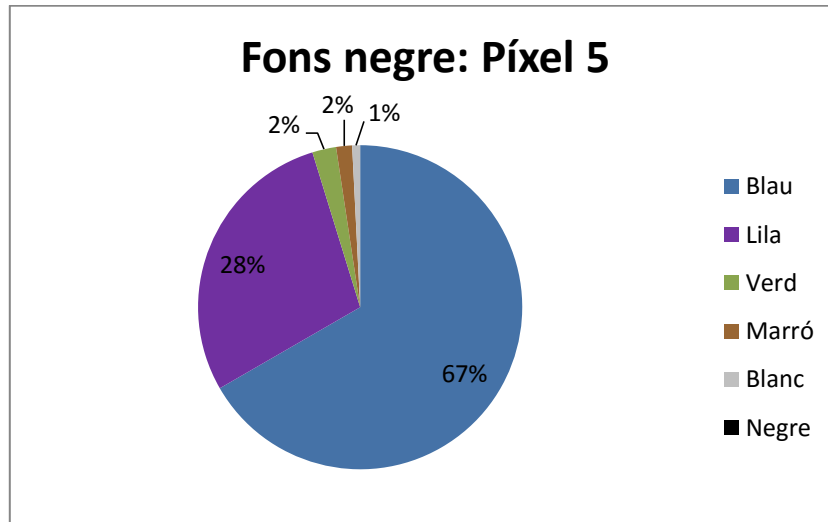
La gràfica circular anterior mostra la percepció del color verd, respecte el Píxel 4 mostrat sobre un fons blanc. S'observa que el 75% dels individus van veure el píxel en qüestió verd fosc i el 25% verd normal.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

La percepció del Píxel 4 sobre un fons blanc, del color gris, va estar determinada per la visió de gris fosc (40%), gris normal (20%) i gris clar (40%).

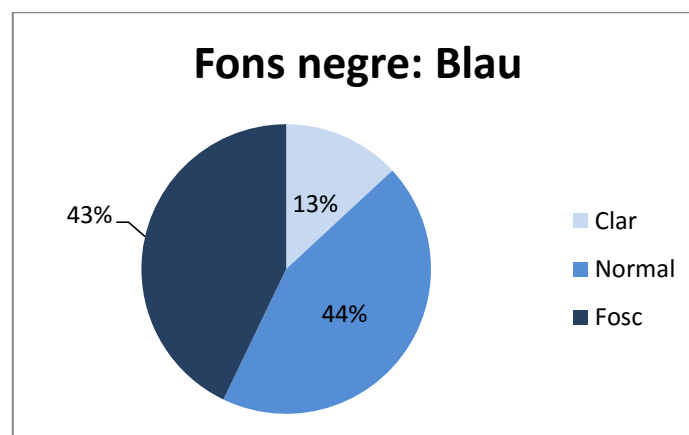
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

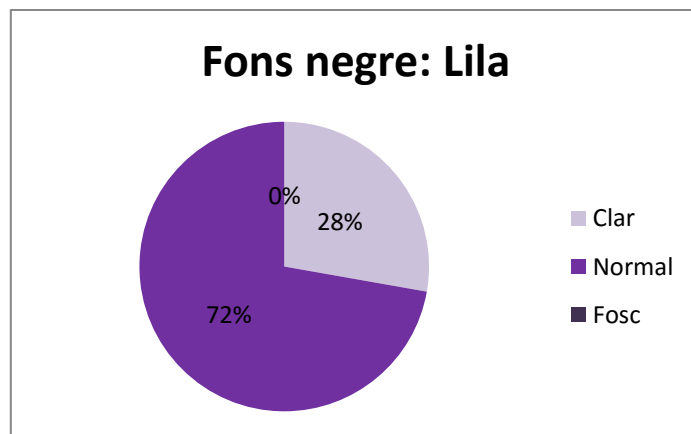
S'observa que el 67% dels casos es va veure de color blau, tal com reflecteix la gràfica anterior; el 28% d'aquests subjectes el va percebre lila, un 2% verd, un altre 2% marró i, l'últim percentatge, del 1%, correspon a la percepció del color blanc, respecte el Píxel analitzat.

2. Gràfiques d'anàlisi individual de cada color



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que el 44% dels casos va veure el Píxel en qüestió blau normal, el 43% blau fosc i el 13% blau clar.

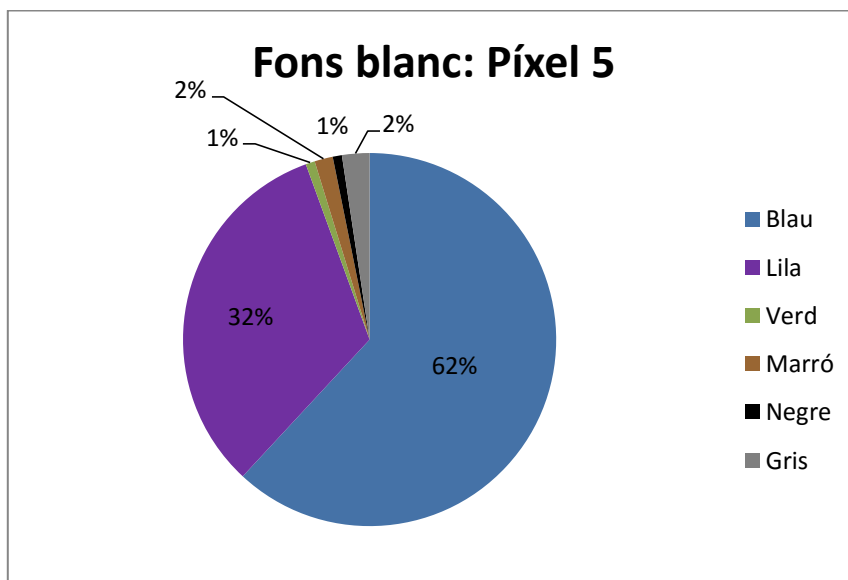


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

En referència a la visió del Píxel 5, lila, s'observa, a la gràfica prèvia a aquesta descripció dels resultats, que el 72% del total dels casos correspon a la visió del píxel analitzat lila normal i, el 28% restant es relaciona amb la percepció del píxel analitzat lila clar.

FONS BLANC. PÍXEL 5

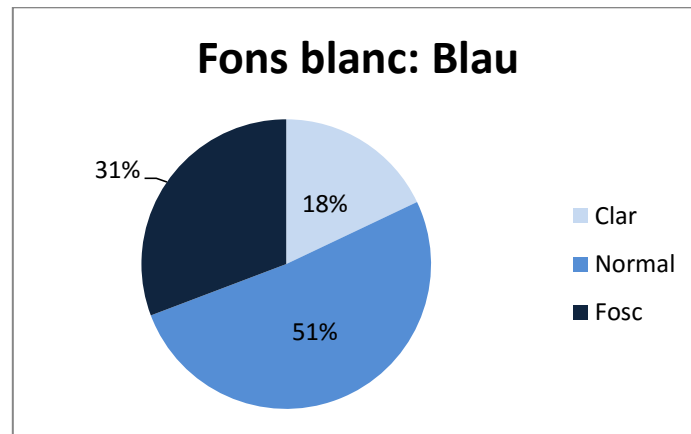
1. Gràfica que analitza les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

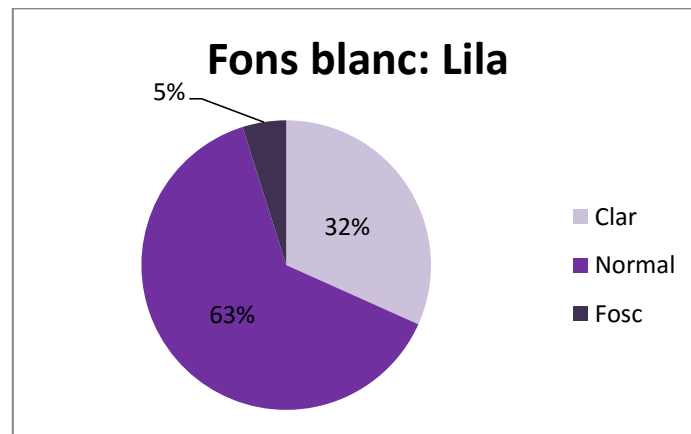
Respecte la visió del Píxel 5, situat sobre un fons blanc, es poden descriure els següents resultats: el 62% del total de participants el van percebre blau, el 32% lila, un 2% gris, un altre 2% marró, un 1% verd i l'últim 1% negre.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que el 51% dels casos va veure el Píxel de color blau normal, el 31% blau fosc i el 18% blau clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

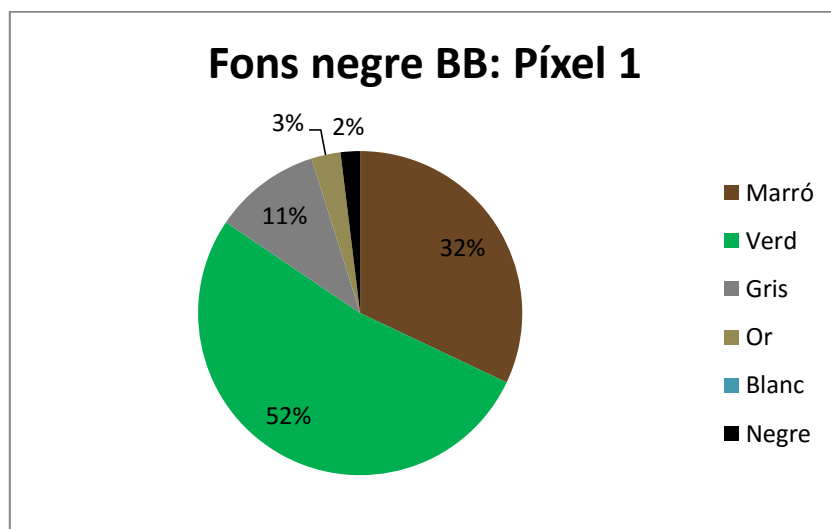
S'observa que el 63% va percebre el píxel en qüestió lila estàndard, el 32% clar, i el 5% restant el va veure lila fosc.

d. Relació entre la visió dels píxels i la visió del vestit

Aquest punt vol estudiar si els que veuen el vestit BB tendeixen a veure els colors dels píxels (veure apartat 1.6.2 Informació sobre els Píxels del vestit) diferents respecte els que veuen el vestit WG. Les taules de contingut es situen a l'Annex (pàgina 14-26).

Visió del Píxel 1 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit BB

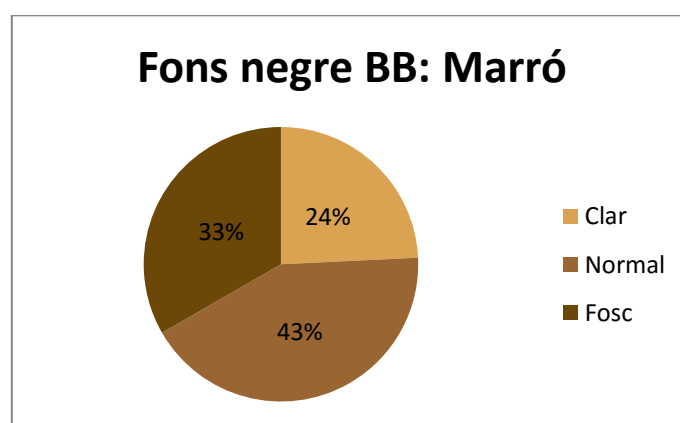
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

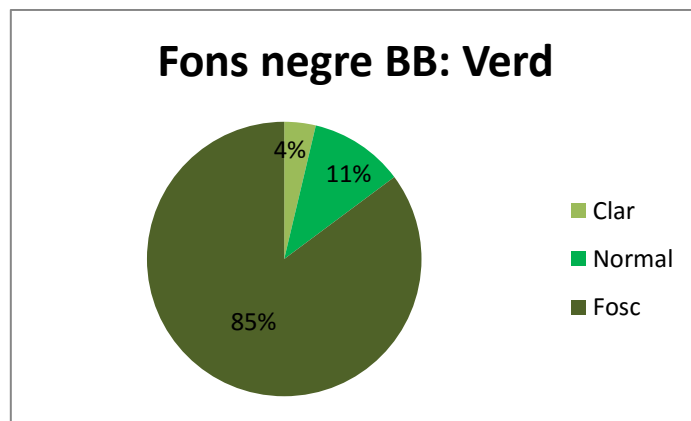
Aquest grup veu el vestit BB i ha vist el Píxel 1 en un fons negre dels colors següents: el 52% verd, el 32% marró, l'11% gris, el 3% daurat i el 2% restant negre.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 43% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, el 33% fosc i el 24% clar.

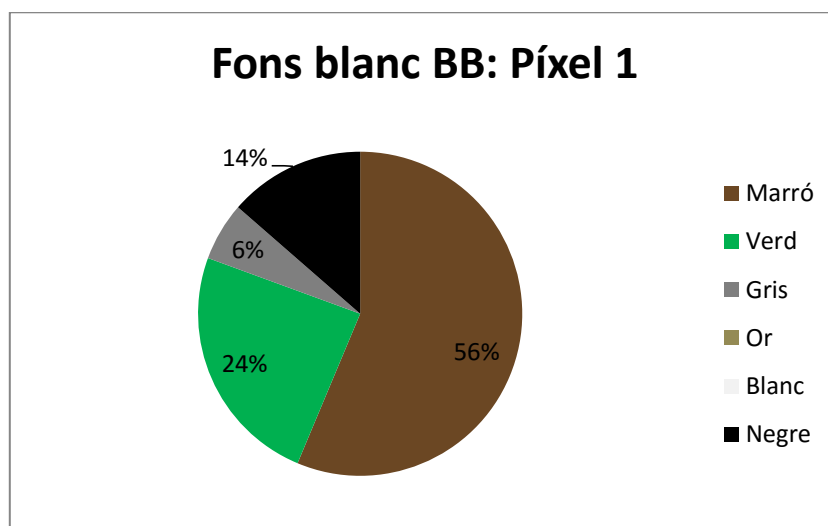


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 85% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc, l'11% normal i el 4% clar.

Visió del Píxel 1 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit BB

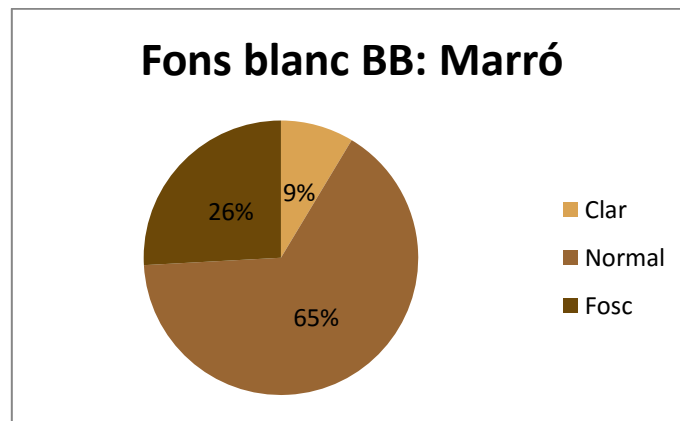
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

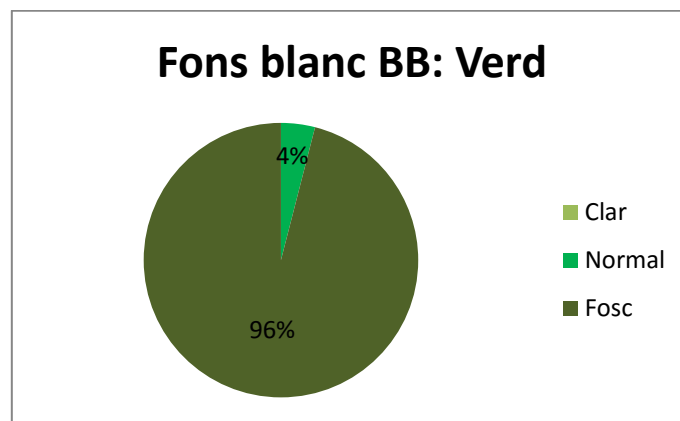
Els individus que han percebut el vestit BB han vist el Píxel 1 superposat en un fons blanc dels colors següents: el 56% marró, el 24% verd, el 14% negre i el 6% gris.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 65% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, el 26% fosc i el 9% restant clar.

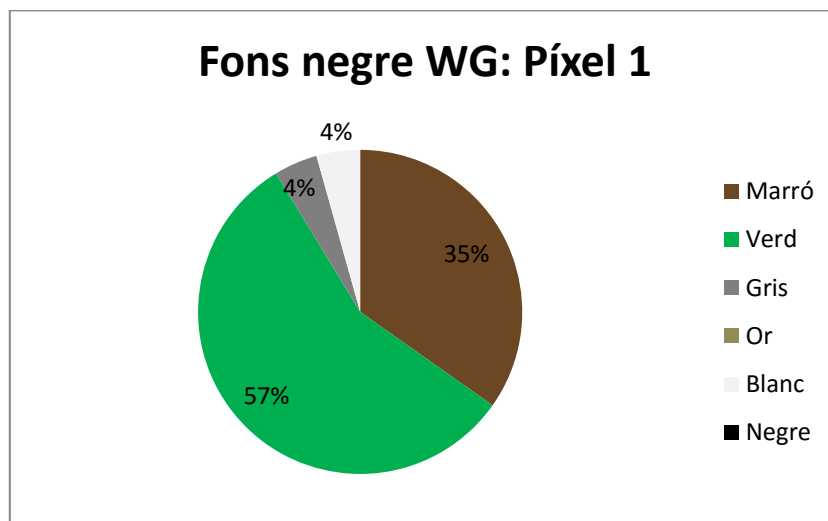


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 96% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc i el 4% restant verd normal.

Visió del Píxel 1 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit WG

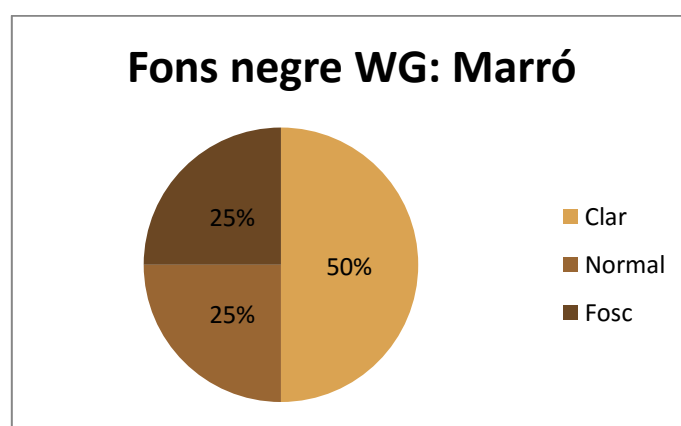
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

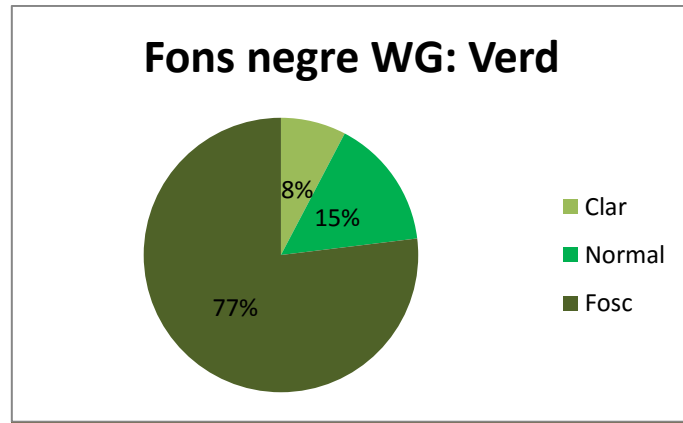
Les visions dels individus que han vist el vestit WG, del Píxel 1 sobre un fons negre han estat dels colors següents: el 57% ha vist el píxel verd, el 35% marró, el 4% gris i l'altre 4% blanc

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 50% ha vist el Píxel en qüestió marró clar, el 25% fosc i el 25% restant clar.

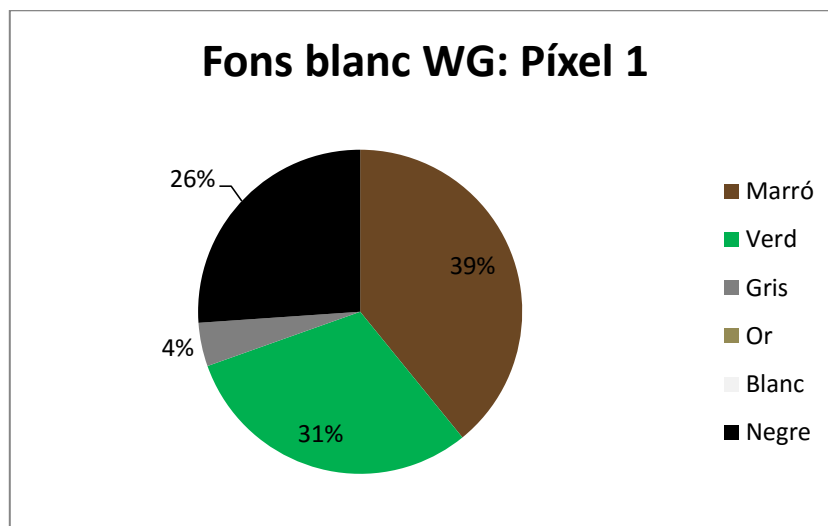


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 77% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc, el 15% normal i el 8% restant clar.

Visió del Píxel 1 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit WG

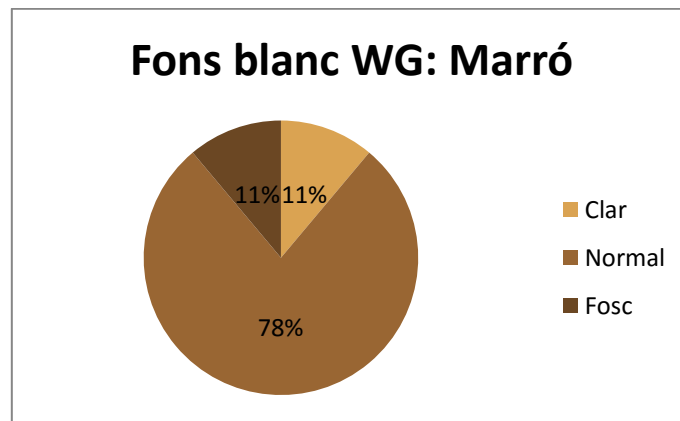
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

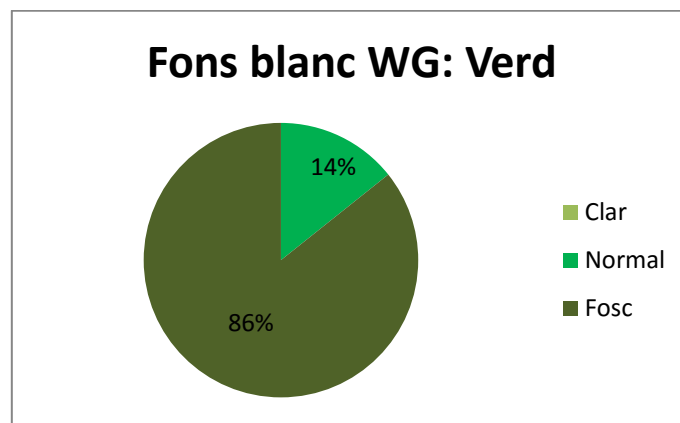
Els participants (WG) han percebut el Píxel 1 superposat en un fons blanc dels colors següents: el 39% marró, el 31% verd, el 26% negre i el 4% restant gris.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 78% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, l'11% fosc i l'11% restant clar.

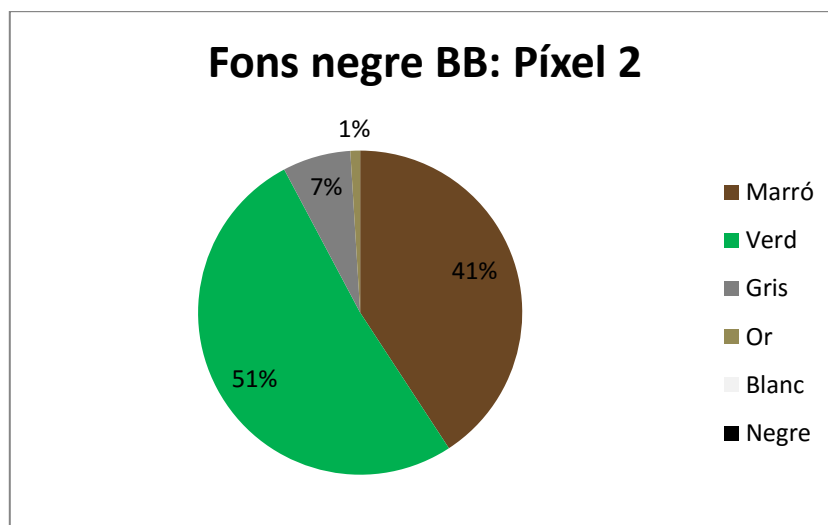


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 86% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc i el 14% verd normal.

Visió del Píxel 2 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit BB

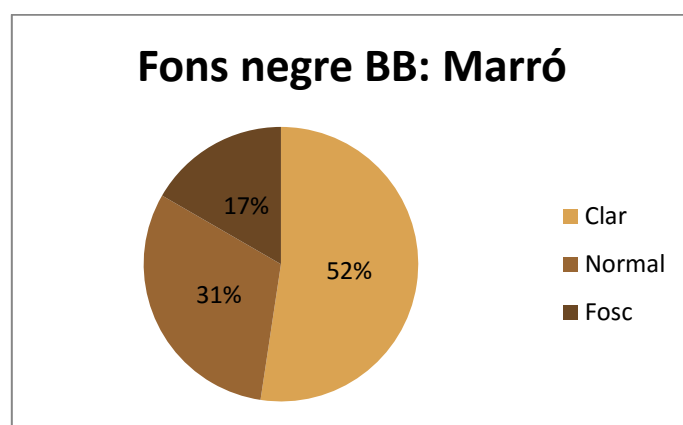
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

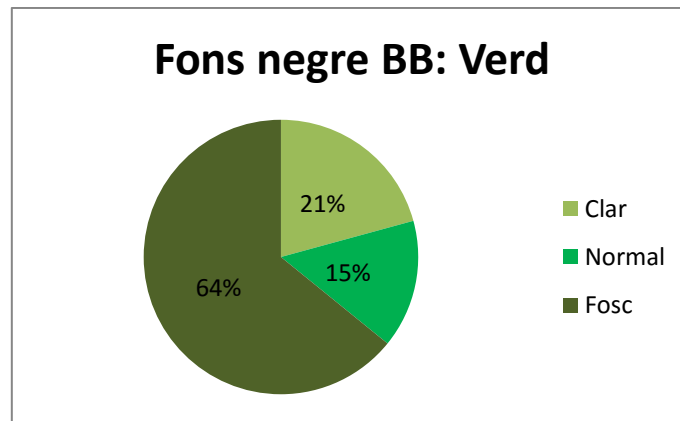
El grup d'individus que han vist el vestit BB, han percebut el Píxel en qüestió dels colors següents: el 51% verd, el 41% marró, el 7% gris i l'1% daurat.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 52% ha vist el Píxel en qüestió marró clar, el 31% normal i el 17% restant fosc.

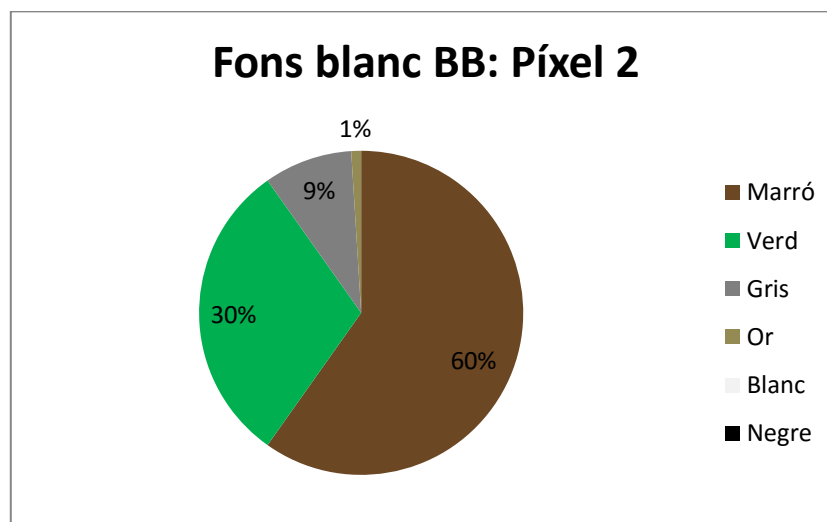


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 64% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc, el 21% verd clar i el 15% verd normal.

Visió del Píxel 2 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit BB

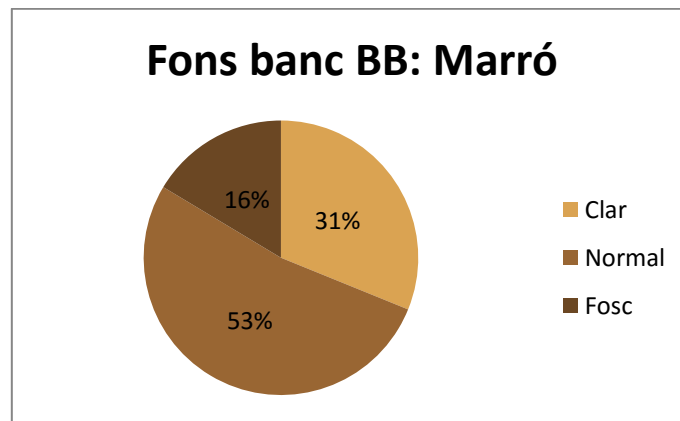
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

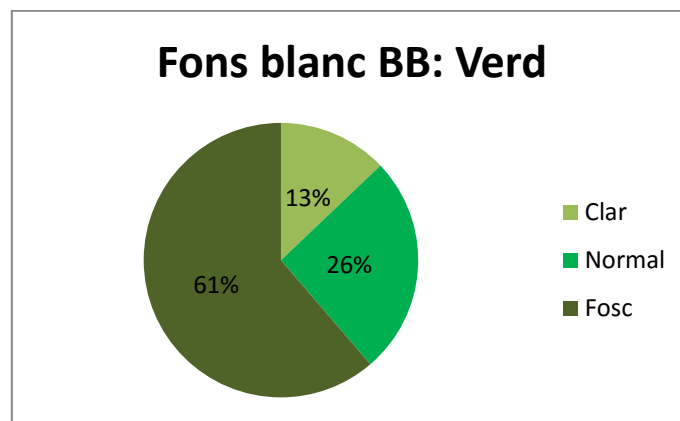
Els subjectes (BB) han percebut el Píxel 2 determinat dels colors següents: el 60% marró, el 30% verd, el 9% gris i l'1% daurat.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 53% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, el 31% clar i el 16% restant fosc.

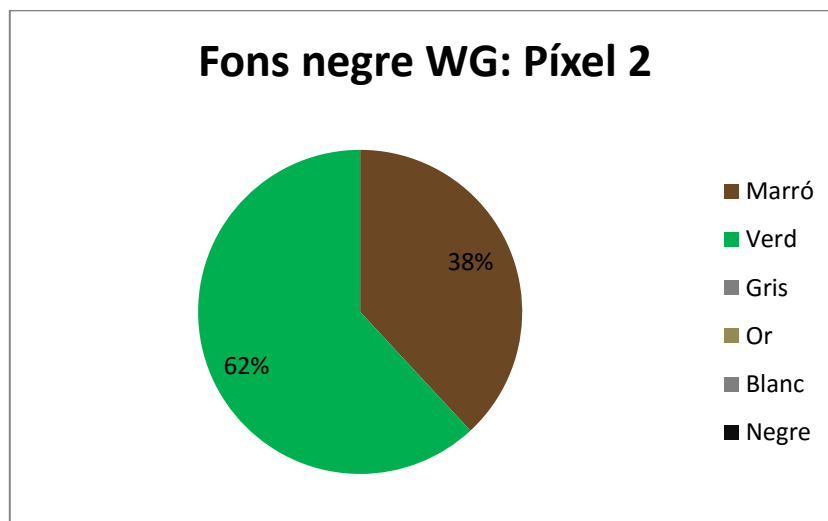


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 61% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc, el 26% verd normal i el 13 % verd clar.

Visió del Píxel 2 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit WG

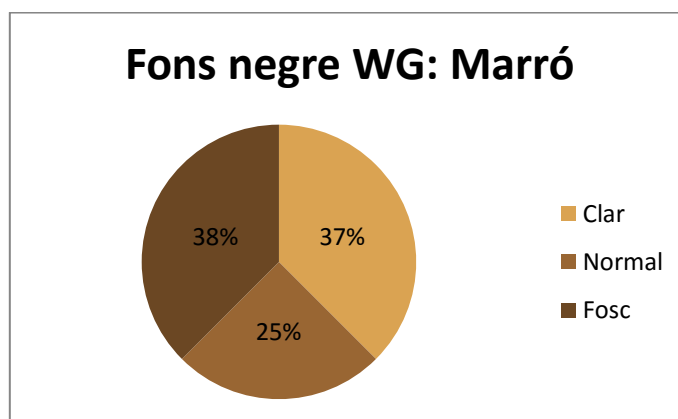
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

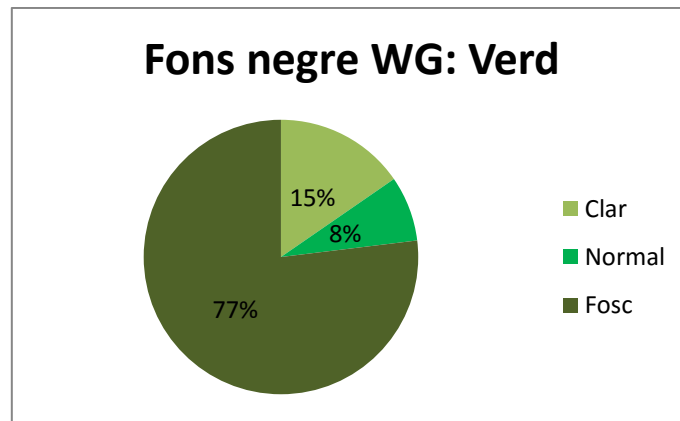
Els subjectes WG han vist el Píxel 2 en un fons negre dels colors següents: el 62% verd i el 38% marró.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 38% ha vist el Píxel en qüestió marró fosc, el 37% clar i el 25% restant normal.

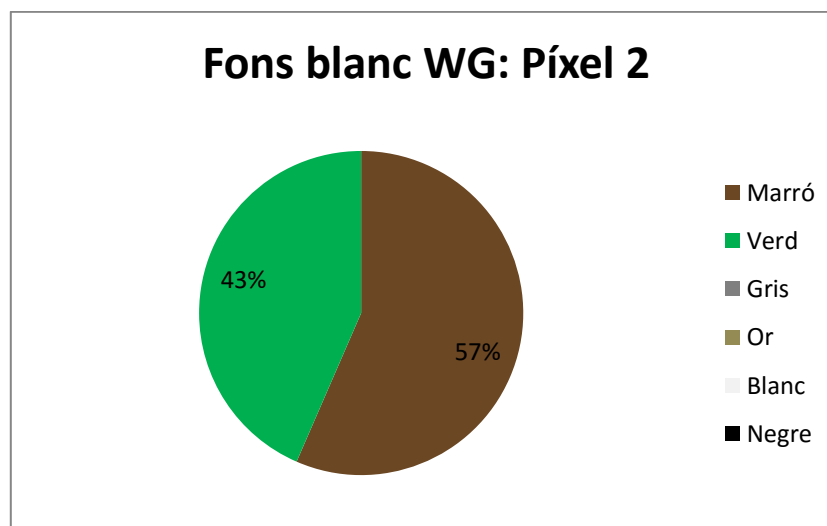


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 77% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc, el 15% clar i el 8% restant normal.

Visió del Píxel 2 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit WG

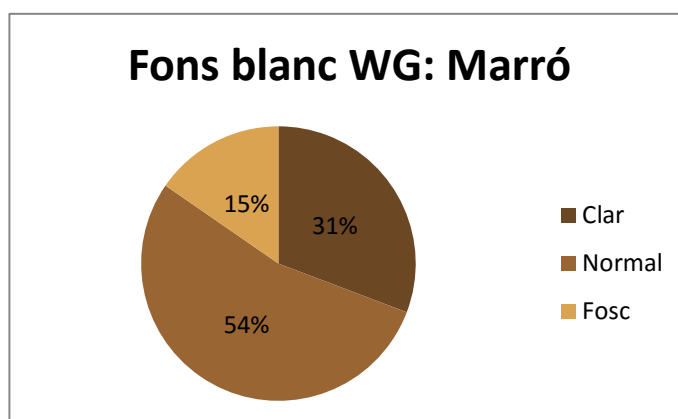
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

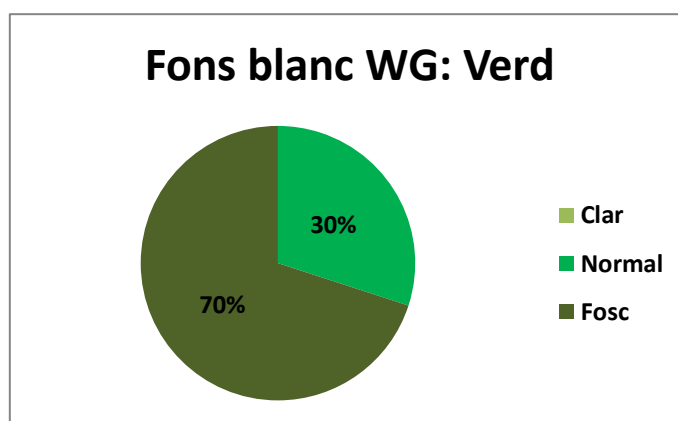
Els subjectes WG han percebut el Píxel 2 sobre un fons blanc dels colors següents: el 57% marró i el 43% verd.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 54% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, el 31% fosc i el 15% restant clar.

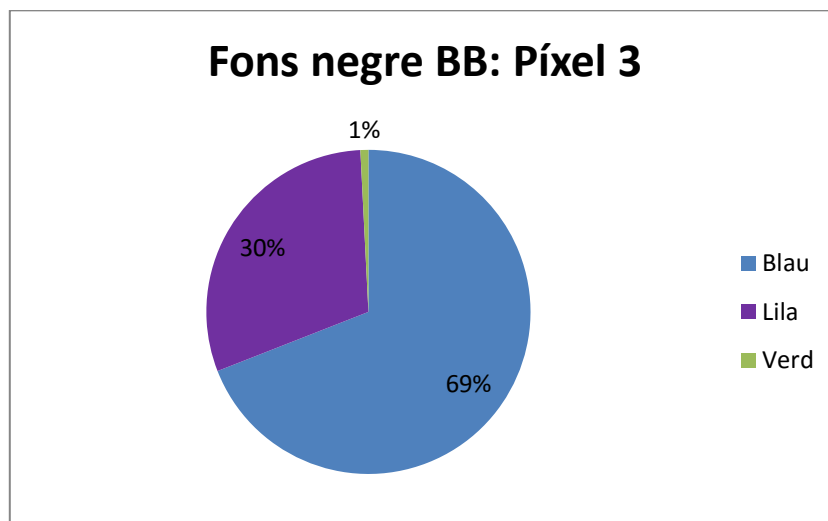


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 70% ha vist el Píxel en qüestió verd fosc i el 30% verd normal

Visió del Píxel 3 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit BB

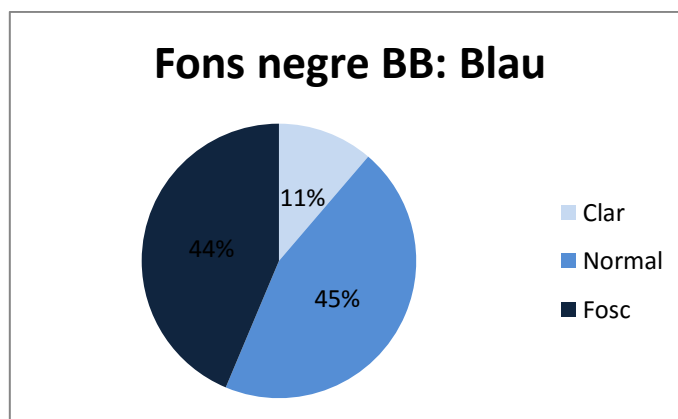
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

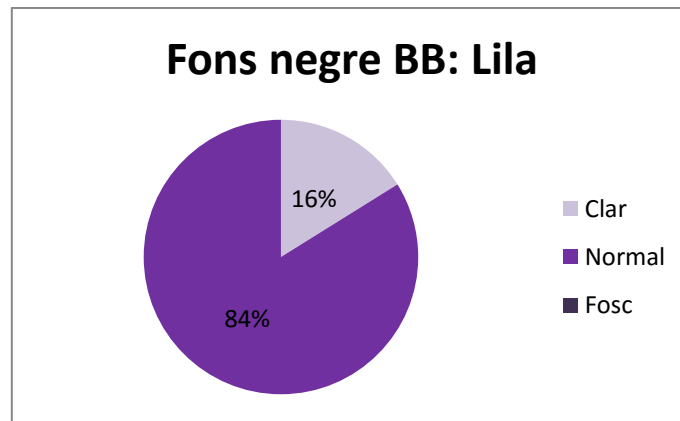
El grup d'individus BB han vist el Píxel 3 en un fons negre dels colors següents: el 69% blau, el 30% lila i l'1% verd.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 45% ha vist el Píxel en qüestió blau normal, el 44% fosc i l'11% restant clar.

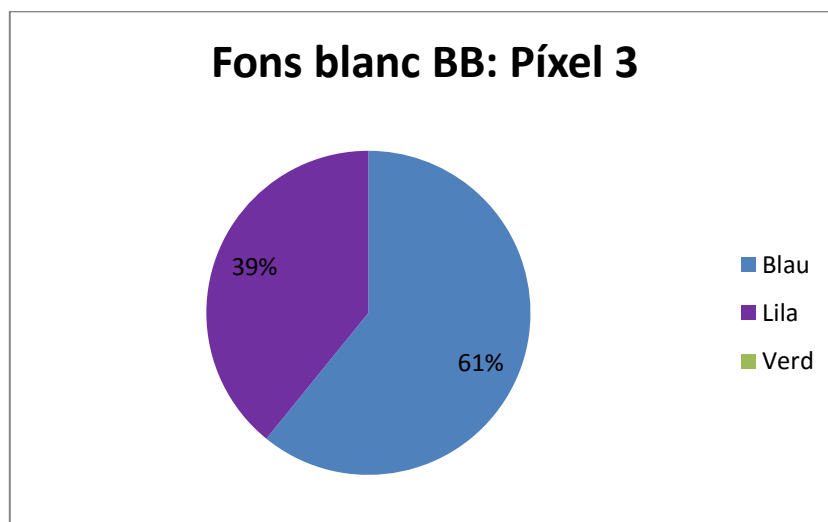


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 84% ha vist el Píxel en qüestió lila normal i el 16% lila clar.

Visió del Píxel 3 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit B

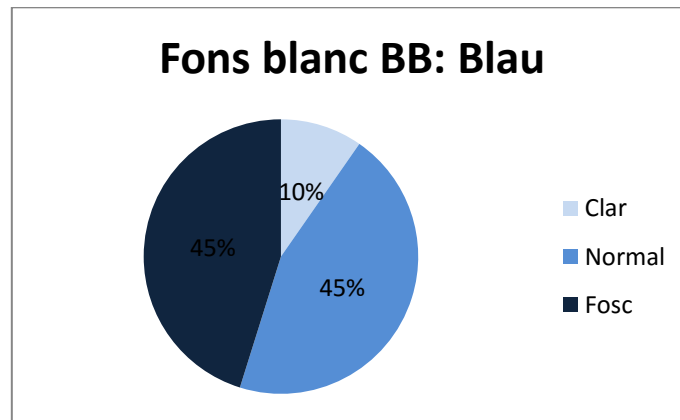
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

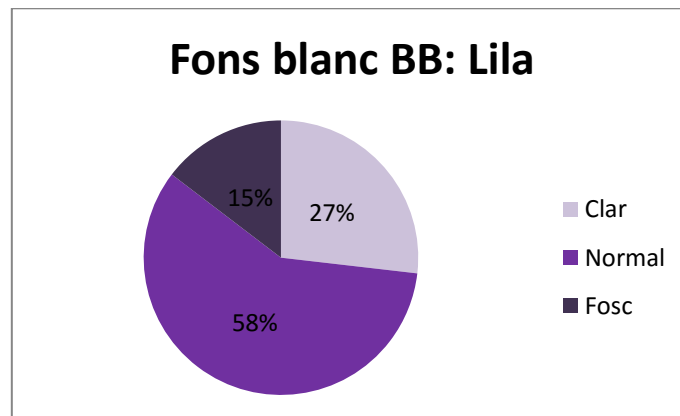
Els participants BB han vist el Píxel en qüestió dels colors següents: el 61% blau i el 39% lila.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 45% ha vist el Píxel en qüestió blau normal, el 45% fosc i el 10% restant clar.

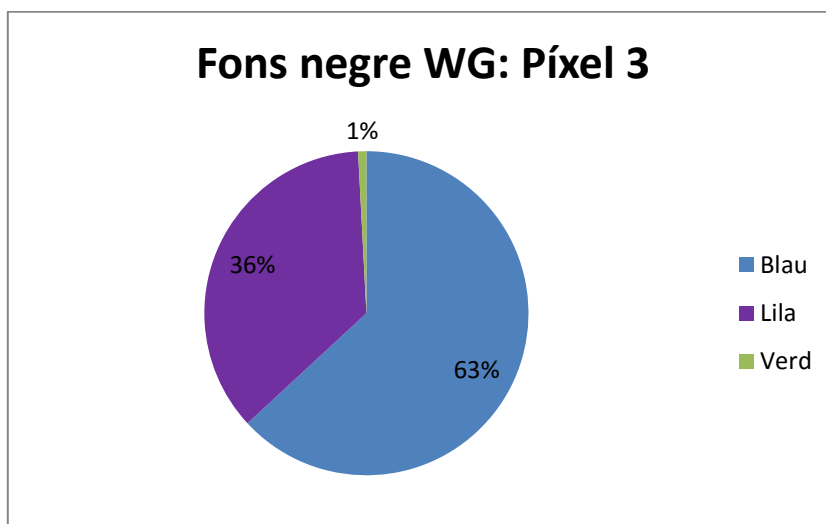


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 58% ha vist el Píxel en qüestió lila normal, el 27% clar i el 15% restant fosc.

Visió del Píxel 3 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit WG

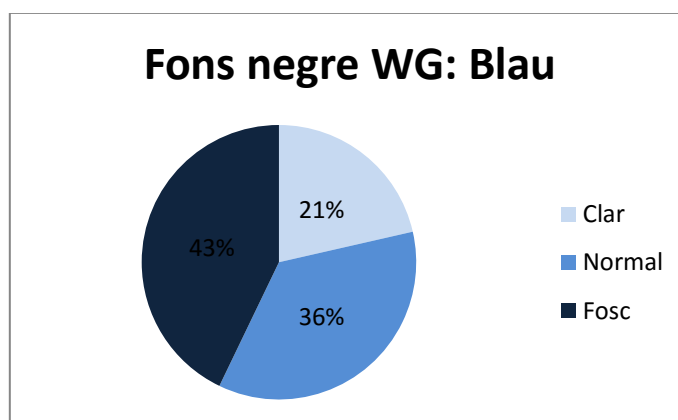
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

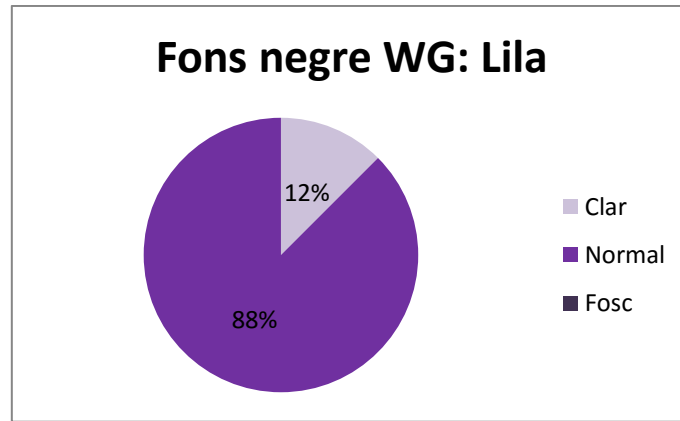
El grup d'individus que ha vist el vestit WG ha percebut el Píxel 3 en un fons negre dels colors següents: el 63% blau, el 36% lila i l'1% verd.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 43% ha vist el Píxel en qüestió blau fosc, el 36% normal i el 21% restant clar.

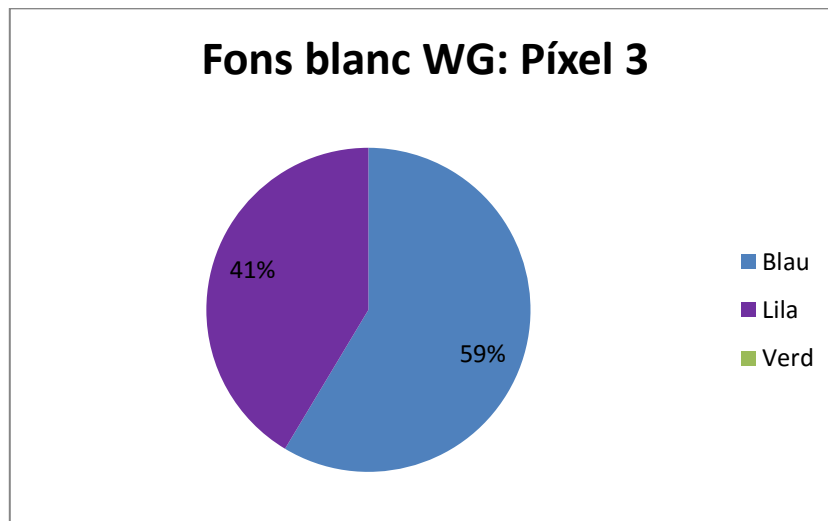


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 88% ha vist el Píxel en qüestió lila normal i el 12% restant lila clar.

Visió del Píxel 3 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit WG

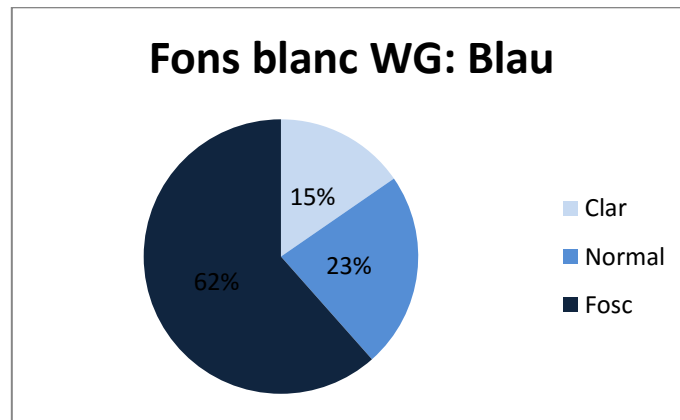
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

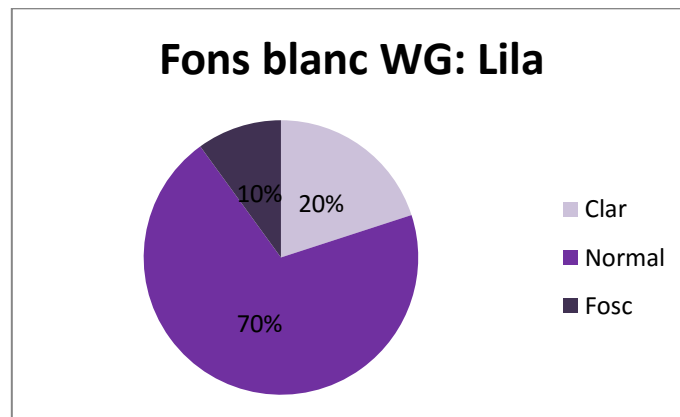
El grup WG ha vist el Píxel estudiat en aquest apartat dels colors següents: el 59% blau i el 41% lila.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 62% ha vist el Píxel en qüestió blau fosc, el 23% blau normal i el 15% blau clar.

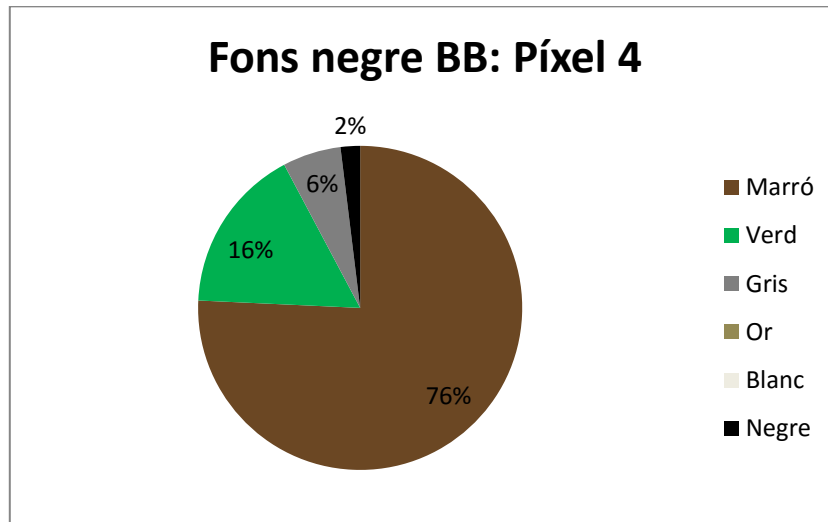


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 70% ha vist el Píxel en qüestió lila normal, el 20% clar i el 10% restant fosc.

Visió del Píxel 4 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit BB

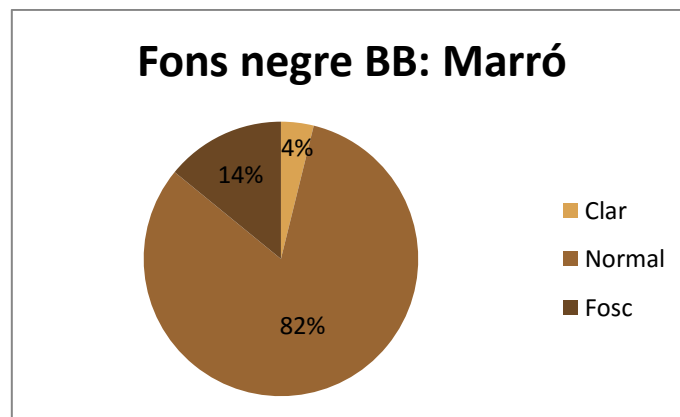
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els subjectes BB han vist el Píxel 4 superposat en un fons negre dels colors següents: el 76% marró, el 16% verd, el 6% gris i el 2% negre.

2. Gràfiques de cada color percebut

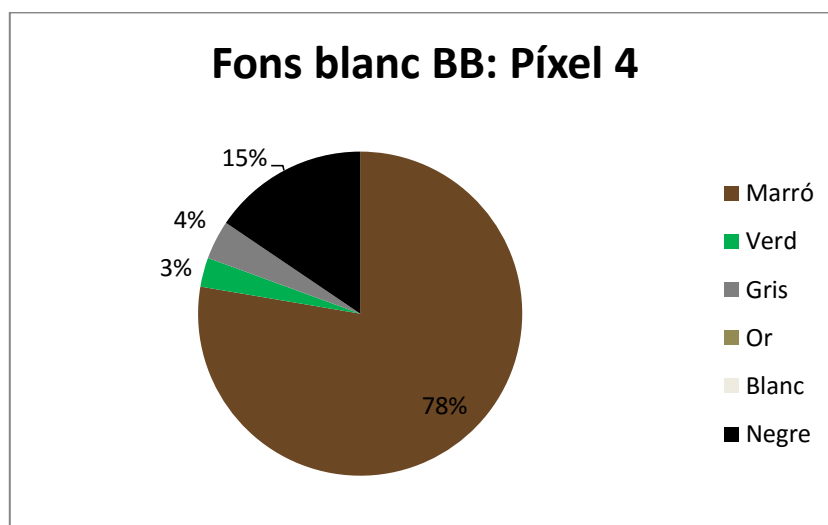


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 82% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, el 14% marró fosc i el 4% restant marró clar.

Visió del Píxel 4 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit BB

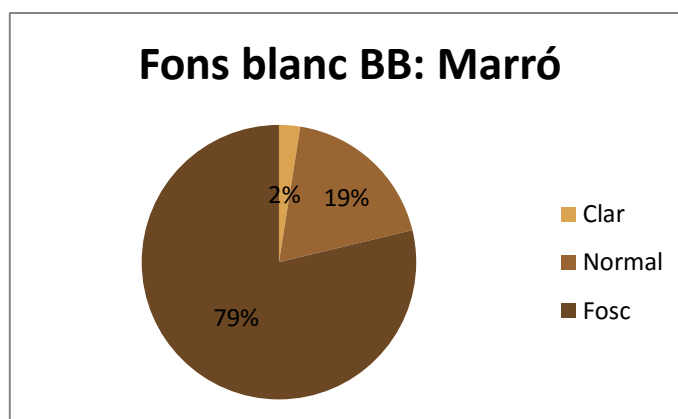
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els individus que han vist el vestit BB han percebut el Píxel 4 en qüestió dels colors següents: el 78% marró, el 15% negre, el 4% gris i el 3% restant verd.

2. Gràfiques de cada color percebut

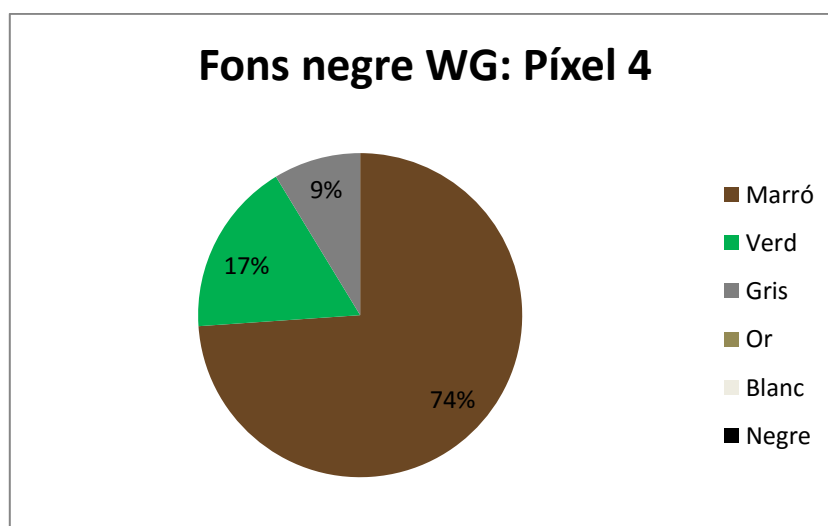


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 79% ha vist el Píxel en qüestió marró fosc, el 19% marró normal i el 2% restant marró clar.

Visió del Píxel 4 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit WG

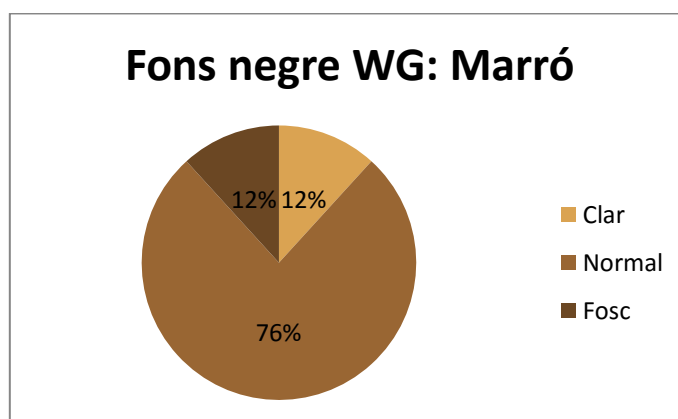
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

El grup WG ha percebut el Píxel 4 superposat en un fons negre dels colors següents: el 74% marró, el 17% verd i el 9% gris.

2. Gràfiques de cada color percebut

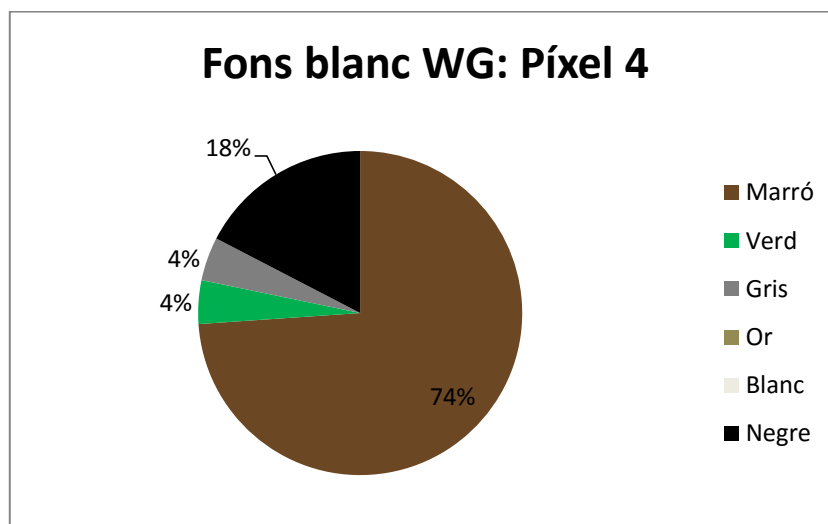


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 76% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, el 12% marró fosc i el 12% restant marró clar.

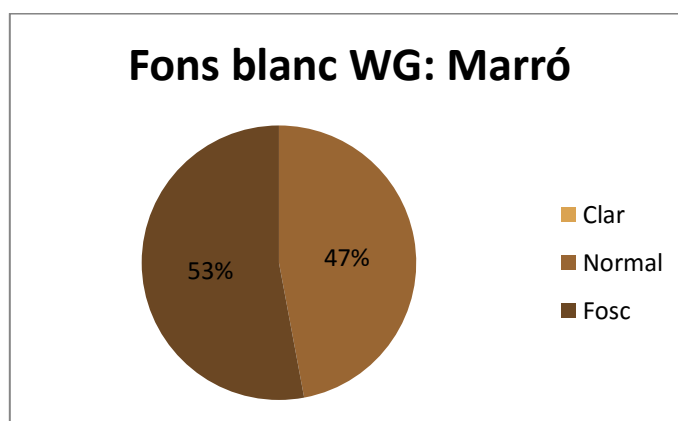
Visió del Píxel 4 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit WG

1. Gràfica de les diferents percepcions



El grup WG ha percebut el Píxel 4 en un fons blanc dels colors següents: el 74% marró, el 18% negre, el 4% gris i el 4% restant verd.

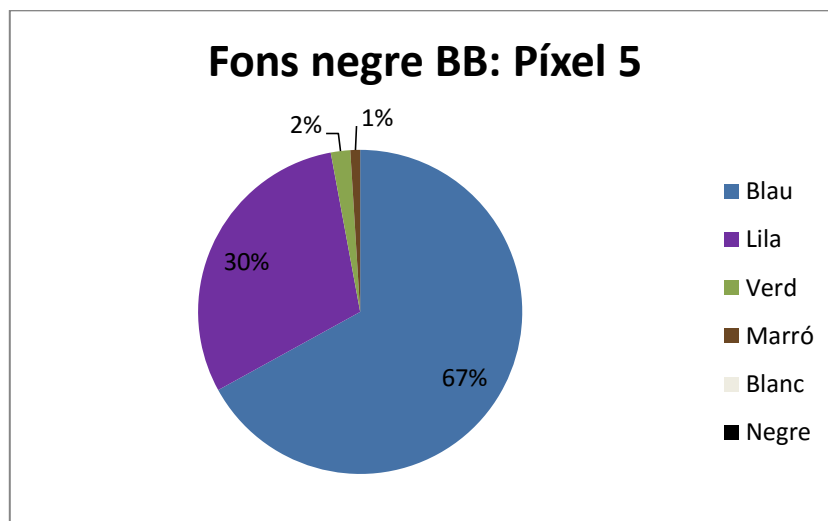
2. Gràfiques de cada color percebut



S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 53% ha vist el Píxel en qüestió marró fosc i el 47% marró normal.

Visió del Píxel 5 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit BB

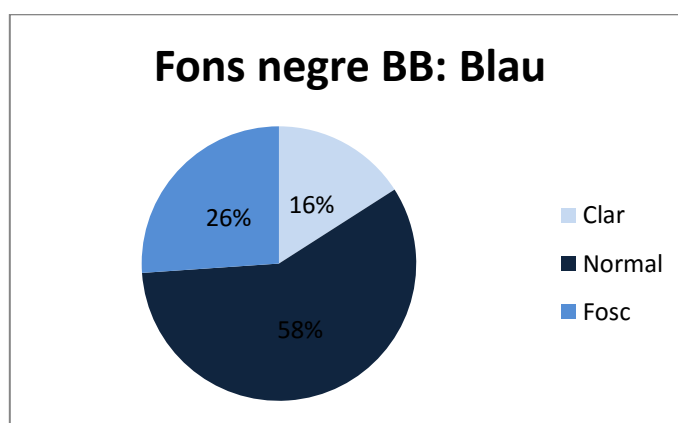
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

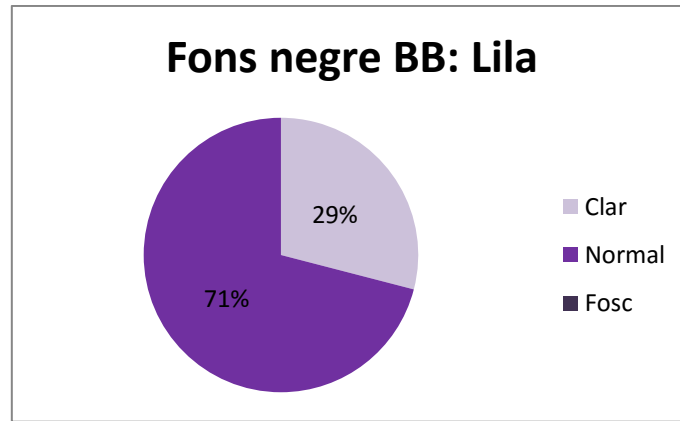
El grup de participants que ha vist el vestit BB ha vist el Píxel 4 superposat en un fons negre dels colors següents: el 67% blau, el 30% lila, el 2% verd i l'1% marró.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 82% ha vist el Píxel en qüestió marró normal, el 14% marró fosc i el 4% restant marró clar.

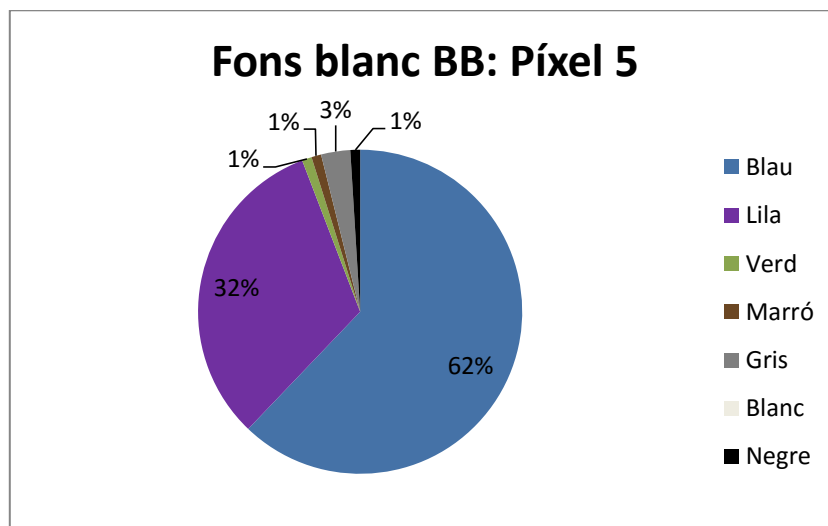


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 71% ha vist el Píxel en qüestió lila normal i el 29% lila clar.

Visió del Píxel 5 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit BB

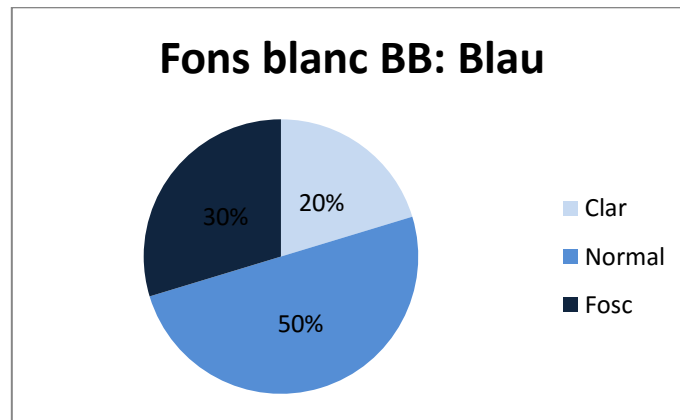
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

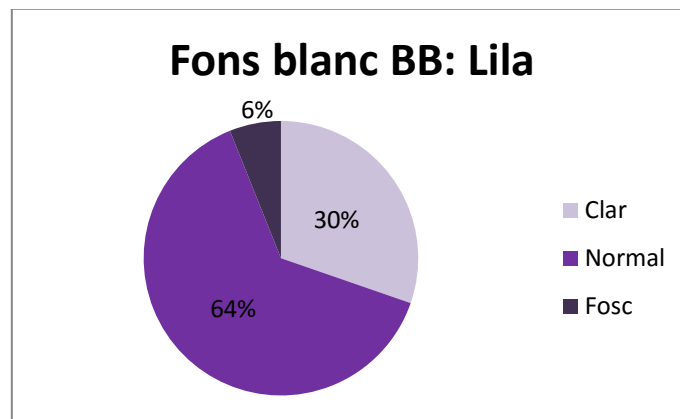
El grup BB ha vist el Píxel en qüestió dels colors següents: el 62% blau, el 32% lila, el 3% gris, un 1% verd, un 1% negre i l'1% restant marró.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 50% ha vist el Píxel en qüestió blau normal, el 30% blau fosc i el 20% restant blau clar.

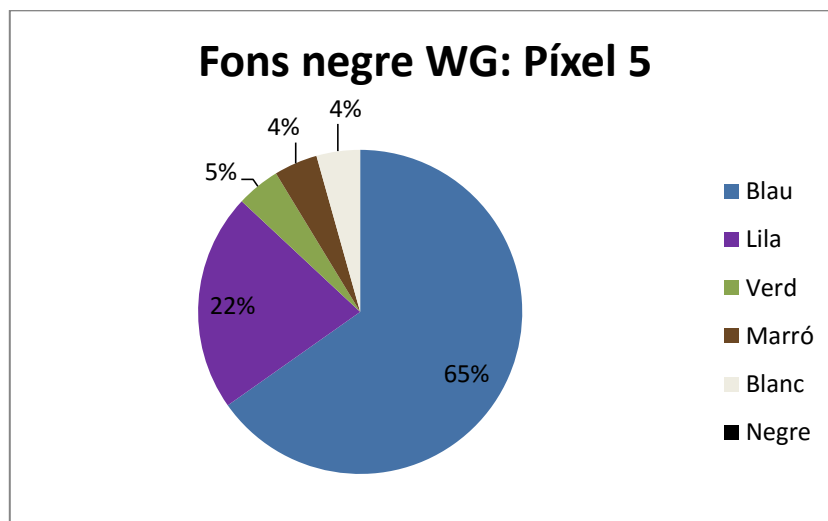


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 64% ha vist el Píxel en qüestió lila normal, el 30% lila clar i el 6% restant lila fosc.

Visió del Píxel 5 sobre un fons negre pels individus que han vist el vestit WG

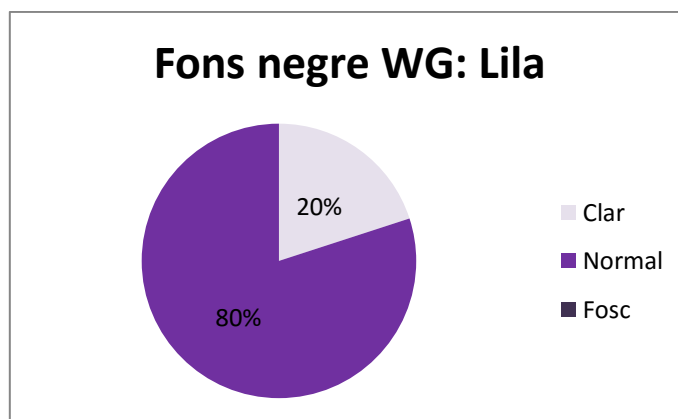
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

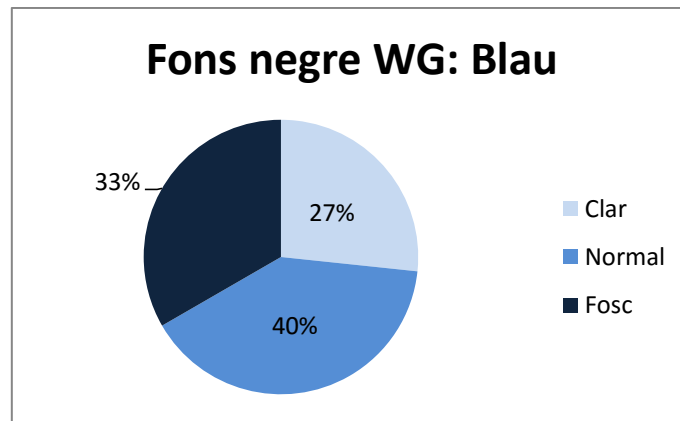
El grup que ha vist el vestit WG ha vist el Píxel estudiat en aquest apartat dels colors següents: el 65% blau, el 22% lila, el 5% verd, el 4% marró i el 4% restant blanc.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 80% ha vist el Píxel en qüestió lila normal i el 20% lila clar.

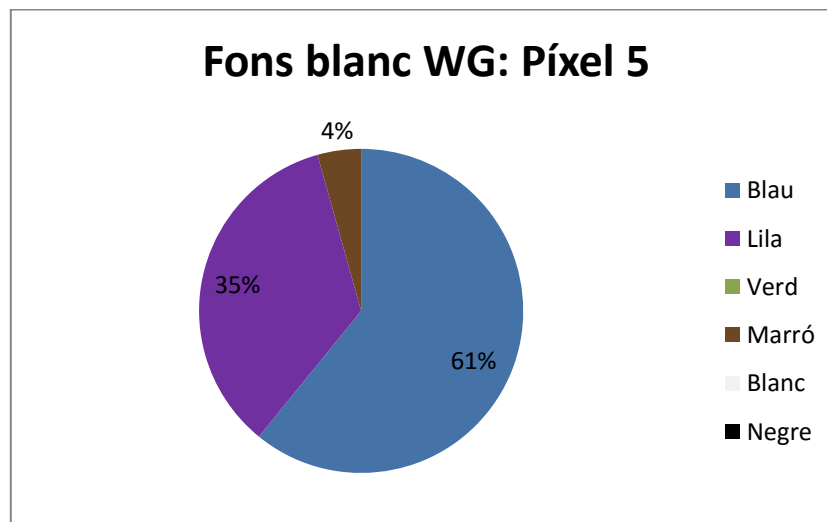


Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 40% ha vist el Píxel en qüestió blau normal, el 33% blau fosc i el 27% restant blau clar.

Visió del Píxel 5 sobre un fons blanc pels individus que han vist el vestit WG

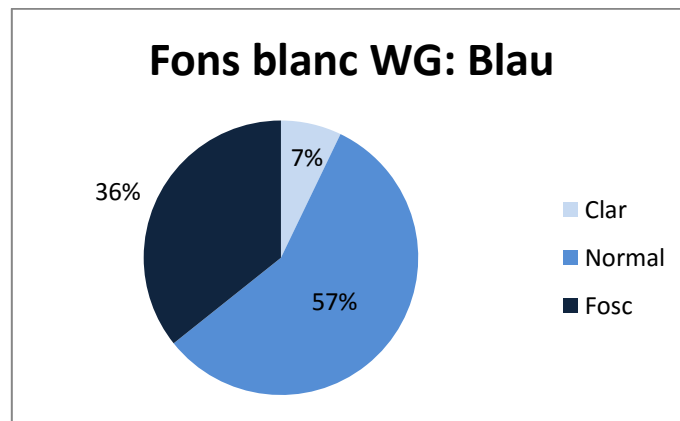
1. Gràfica de les diferents percepcions



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

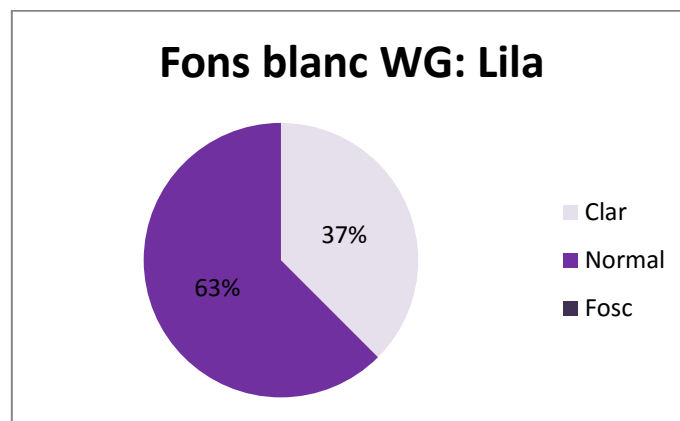
Els individus WG han vist el Píxel en qüestió dels colors següents: el 61% blau, el 35% lila i el 4% restant marró.

2. Gràfiques de cada color percebut



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 57% ha vist el Píxel en qüestió blau normal, el 36% blau fosc i el 7% restant blau clar.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula de contingut corresponent.

S'observa que de la part de la mostra assenyalada, el 63% ha vist el Píxel en qüestió lila normal i el 37% lila clar.

e. Comparació de la visió dels colors dels píxels amb la visió dels colors del vestit

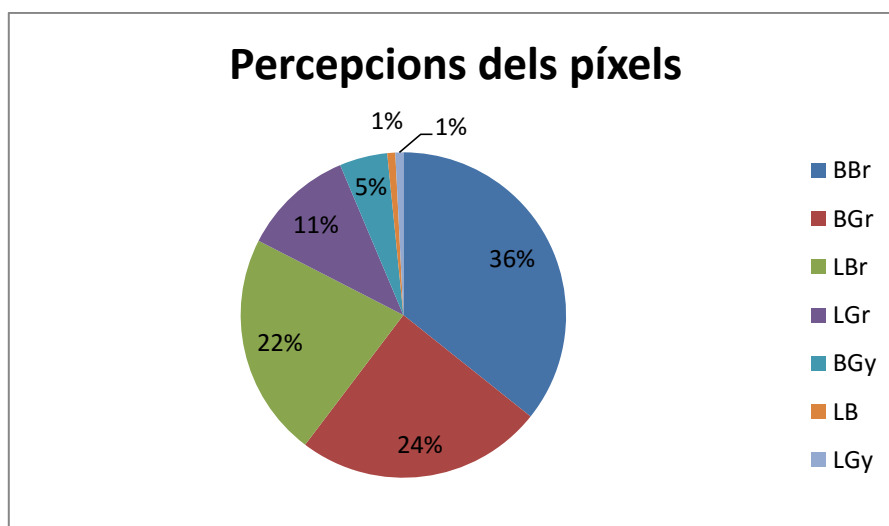
Aquest apartat pretén respondre a la hipòtesis inicial que afirmava que la visió cromàtica dels píxels, de manera individual, seria diferent de la percepció dels píxels exposats en un context complex, com el vestit. (veure apartat 1.6.2 Informació sobre els Píxels del vestit) A continuació s'analitzaran els aspectes següents:

1. Les visions dels 5 píxels que han tingut els individus
2. Les visions del vestit que han tingut els individus
3. La relació entre la visió dels píxels de forma individual i la visió del vestit

1. Anàlisi de les diferents combinacions de colors que han estat vistes respecte els píxels

Les combinacions cromàtiques s'han obtingut fent la mitja dels colors percebuts per cada individu, aquestes s'indiquen a l'Annex mitjançant una llegenda (pàgina 27).

Del total de la mostra de 126 individus, seguidament s'exposen les combinacions de dos colors que han vist els individus respecte els 5 píxels que se'ls hi ha mostrat.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula anterior.

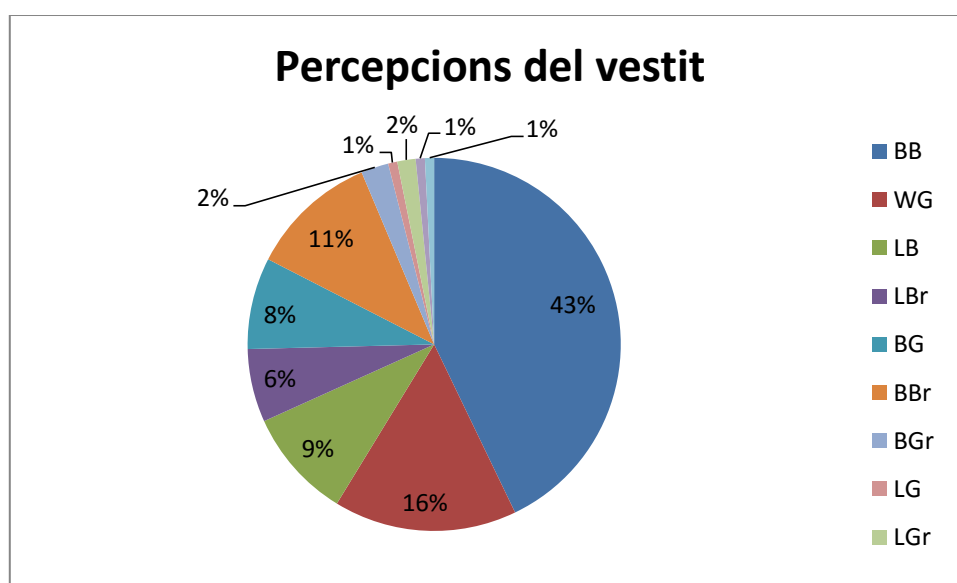
S'observa que la combinació cromàtica predominant és la formada pels colors *blau i marró* (*Blue and Brown, en anglès*) en un 36%. El conjunt *blau i verd* (*Blue and Green, en anglès*) ha estat vist pel 24% dels individus. El conjunt 22% dels colors lila i marró (*Lilac and Brown*) pel 22%. Amb l'11% ha estat vista la combinació *lila i verd* (*Lilac and Green*). El 5% ha vist els colors

blau i gris (Blue and Grey, en anglès). Els conjunts cromàtics *lila i negre* i *lila i gris* han estat vistos per un 1% cadascun.

2. Anàlisi de les diferents percepcions cromàtiques del vestit

La taula on consten les combinacions cromàtiques que han estat vistes pels individus s'exposa en una llegenda a l'Annex (pàgina 27 i 28)

Del total de la mostra de 126 individus, el vestit ha estat vist de diferents combinacions de dos colors. Aquestes es mostren en percentatges a la gràfica següent.



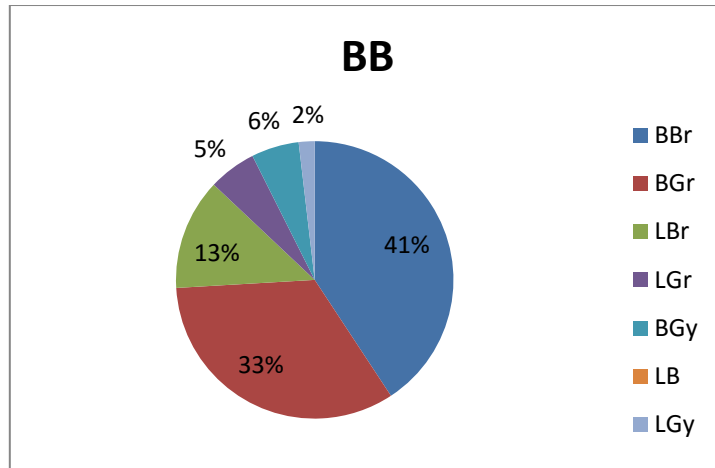
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits de la taula anterior.

S'observa que la combinació de colors més vista pels individus és la BB (Blue and Black) amb un 43%. La combinació WG (White and Gold) ha estat vista pel 16%. L'11% ha vist el conjunt *blau i el marró*. La combinació dels colors *lila i negre (Lilac and Black)* pel 9%. La combinació de *blau i el daurat* pel 8%. La formada pels colors *lila i marró* pel 6%. El conjunt *blau i verd* pel 2%. Els colors *lila i verd* per un 2%. Un 1% ha vist la combinació dels colors *blanc i verd*. Un altre 1% la unió de blanc i el marró, i per últim, l'1% restant la combinació de *lila i daurat*.

3. Anàlisi de la relació entre percepció dels píxels i percepció del vestit

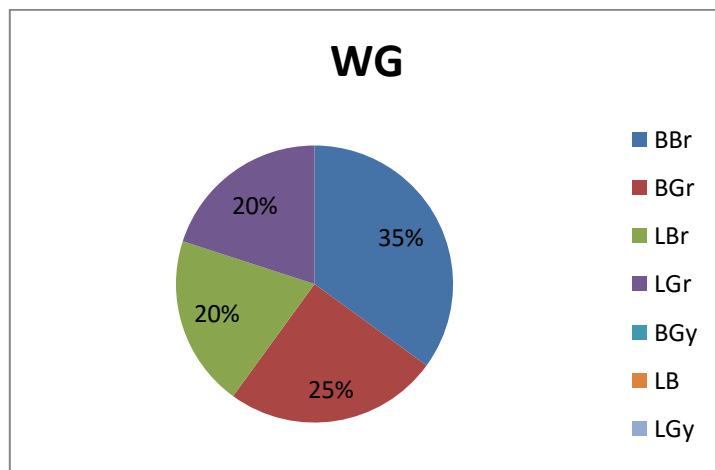
A continuació s'analitza si la percepció dels píxels de manera individual (context senzill) es correspon amb la percepció dels colors que formen el vestit (context complex).

Per consultar la taula de contingut a partir de la que s'han extret els gràfics, cal veure l'Annex (pàgina 28-30).



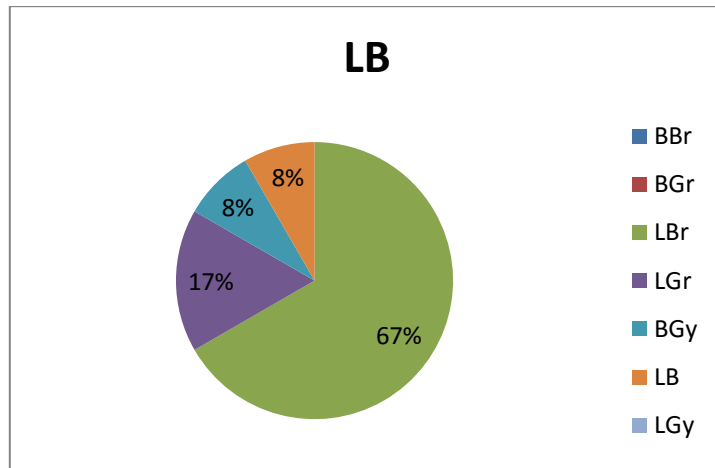
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els individus que han percebut el vestit BB han vist els píxels que el conformen de les combinacions cromàtiques següents: el 41% ha vist els píxels del vestit dels colors *blau i marró*, el 33% *blau i verd*, el 13% *lila i marró*, el 6% *blau i gris*, el 5% *lila i verd* i el 2% els ha vist *lila i gris*.



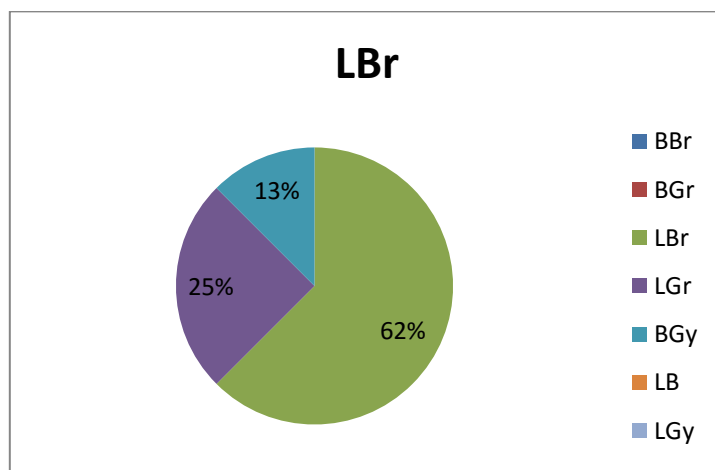
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els subjectes que han vist el vestit WG, han vist els píxels de diverses combinacions de colors. Amb la màxima representació (35%) es mostra la visió dels colors *blau i marró*, amb el 25% el conjunt *blau i verd*, el 20% engloba la combinació *lila i marró*, un altre 20% els colors *lila i verd*.



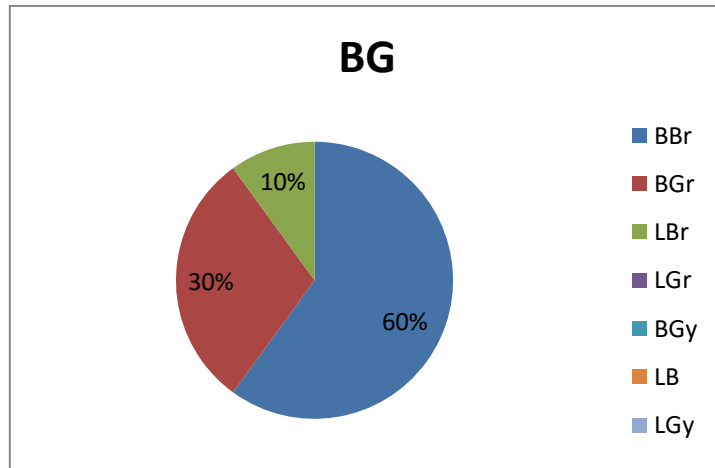
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els subjectes que han vist el vestit format pels colors *lila i negre*, han vist els píxels de les combinacions cromàtiques següents: el 67% ha vist els píxels dels colors *lila i marró*, el 17% dels colors *lila i verd*, el 8% del conjunt *blau i gris* i el 8% restant dels colors *lila i negre*.



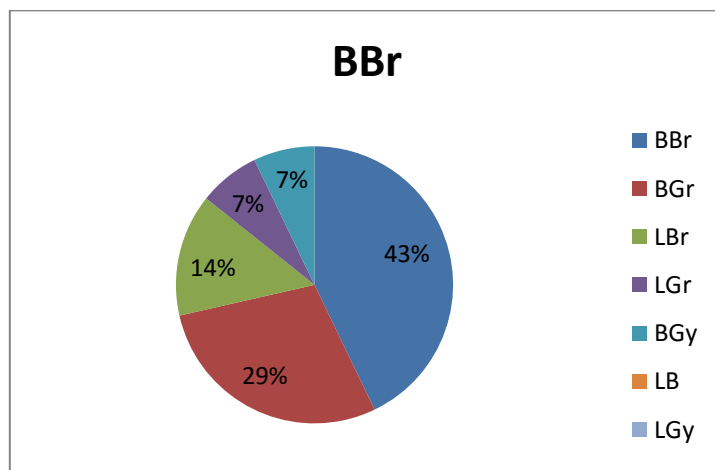
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els participants que han vist els colors del vestit *lila i marró* han vist també els píxels de diferents conjunts cromàtics. S'observa que el 62% ha vist els píxels dels colors *lila i marró*, el 25% *lila i verd* i el 13% *blau i gris*.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els alumnes que han vist el vestit *blau i daurat*, han vist els píxels segons les combinacions que es mostren a continuació. Amb el 60% es representa la percepció dels colors *blau i marró*, el 30% mostra els colors *blau i verd* i l'últim 10% engloba la percepció cromàtica *lila i marró*.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els subjectes que han vist el vestit format pels colors *blau i marró* han vist els píxels analitzats de les combinacions cromàtiques següents: el 43% del conjunt *blau i marró*, el 29% dels colors *blau i verd*, el 14% del conjunt *lila i marró*, el 7% *lila i verd* i, el 7% restant dels colors *blau i gris*.

2.2.3 Tercera part . Anàlisi de l'article de la revista *Cortex*

INTRODUCCIÓ

L'article "*The Brain's Dress Code: How The Dress allows to decode the neuronal pathway of an optical illusion*", com el vestit permet decodificar les vies neuronals d'una il·lusió òptica, publicat pels autors Lara Schlaffke, Anne Golisch, Lauren M. Haag, Melanie Lenz, Stefanie Heba, Silke, a la revista *Cortex*, a l'agost del 2015, permet ampliar les dades d'aquesta recerca. (veure Annex pàgines 31-38)

L'objectiu del present estudi va ser aportar proves sobre les diferències de percepció relacionades amb el vestit i sobre com aquestes poden reflectir-se en l'activació cerebral. A partir d'aquest fenomen es pretenien investigar les connexions neurals subjacents a les diferències observades en la percepció del color, i aportar dades a les preguntes obertes de la neurociència visual respecte al càlcul d'escenes visuals complexes.

METODOLOGIA

A fi de donar llum a aquest fet, neurocientífics de la Universitat de Bochum (Alemanya), van seleccionar una mostra de 28 individus adults triats a l'atzar. Van tenir en compte si aquests patien alteracions en la visió (que en el seu cas foren corregides) i a més, van utilitzar el test d'Ishihara per tractar d'obtenir una mostra sense deficiències del vermell-verd i blau-groc a les cèl·lules fotoreceptores. Per recollir la informació sobre les zones del cervell que s'activaven al veure el vestit, van usar ressonància magnètica funcional (fMRI). Sense entrar en els detalls tècnics sobre la manera d'obtenció de les dades, cal assenyalar que van procurar mantenir el màxim de variables controlades, igual que en la present. L'estudi esmentat també va diferenciar els contextos en els que es podien trobar els colors que conformen el vestit. Van mostrar els colors del vestit per separat (context senzill) i després conjuntament en el vestit (context complex). Quan els subjectes van haver de determinar els colors del vestit només se'ls va plantejar dues opcions de percepció: BB (*Blue and Black*) o WG (*White and Gold*), els que no van indicar cap d'aquestes opcions van ser exclosos. A partir d'aquesta metodologia van obtenir uns resultats, dels quals han sorgit les conclusions que s'assenyalen a continuació.

CONCLUSIONS

A part d'altres conclusions assenyalades en aquest article es confirmen diversos aspectes relacionats amb aquest Treball de Recerca.

Primerament, s'afirma que l'augment de l'activitat neuronal era present en tots els individus en el grup blanc i or (WG) i no hi va haver regions del cervell amb major activació en el grup blau i negre (BB). Per tant, la cognició superior està involucrada en les diferències de percepció relacionades amb el vestit.

A més, respecte la visió dels colors, estímuls senzill, no hi va haver ni diferències significatives en el nomenament dels colors, ni en l'activació cerebral. En canvi, en el context del vestit, estímul complex, aquests mateixos colors presentaven diferències de percepció, i d'activació cerebral.

En aquest estudi s'afirma també que, com les imatges cerebrals han demostrat, les regions cerebrals frontal (IFG) i parietal (SPL) juguen un paper en la resolució d'aquest fenomen. És a dir, la percepció del vestit depèn de la decisió basada en l'experiència i el coneixement per a que les percepcions entrants coincideixin amb les expectatives apreses anteriors.

Conclusions

D'acord amb les dades de l'anàlisi, les conclusions d'aquesta recerca es basen, per una banda, en els factors característics de cada individu que influeixen la percepció del vestit *TheDress* i, per l'altra banda, en el factor context i com aquest influeix la percepció del vestit i dels píxels que el formen.

A partir de la informació extreta d'aquests dos paràmetres assenyalats, s'elabora una conclusió general on es relacionen les afirmacions obtingudes amb l'article de la revista *Cortex* analitzat en aquesta recerca i altre material científic, a fi d'intentar trobar solucions a les preguntes plantejades.

La primera part del marc pràctic analitza els possibles factors propis de cada individu que poden influir en la percepció del color.

Respecte les gràfiques individuals de cada factor, sempre s'observa un predomini de la visió del vestit BB envers la visió del vestit WG. Aquest fet és degut a que la majoria de la mostra està formada per individus que veuen el vestit BB (103 subjectes) respecte als que l'han vist WG (23 subjectes). Per tant, tot i ser una dada que ha de ser mostrada, no pot ser utilitzada per determinar la influència dels factors en la percepció del vestit.

En relació amb el factor sexe, el percentatge de nois que veu el vestit BB és més alt que el de noies. Ara bé, tant d'entre els nois com d'entre les noies, sempre predomina els individus que veuen el vestit BB. Així, s'afirma que el sexe condiciona la visió dels colors del vestit BB o WG.

El factor edat ha mostrat que amb menys edat, hi ha més tendència a veure el vestit BB, mentre que conforme els subjectes són més grans cada vegada més el veuen WG. Per tant, es ratifica que l'edat és un paràmetre influent en la percepció del vestit *TheDress*.

La combinació dels paràmetres sexe i edat ha confirmat que contra més edat tingui l'individu i sigui de sexe masculí, hi ha més tendència a veure el vestit WG. En canvi, contra menys edat i de sexe femení hi ha més tendència a veure el vestit BB. Degut a la mostra poc representativa no es poden extreure unes conclusions clares.

Segons els resultats obtinguts, no sembla que la pigmentació dels ulls condicioni la percepció d'uns colors determinats del vestit (BB o WG), ja que la proporció dels diferents

matisos de colors dels ulls es manté estable en les dues visions del vestit. A més, sigui quin sigui el color d'ulls, la visió BB sempre predomina respecte la visió WG.

Si es té en compte l'avaluació acadèmica, contemplant els nivells alt, mitjà i baix, s'ha assenyalat que els individus que han vist el vestit BB s'han caracteritzat, majoritàriament, per tenir un nivell d'estudis mitjà i alt. A més, aquest grup d'individus ha pogut agrupar també en un tercer nivell d'estudis, el nivell baix. En canvi, els individus que han vist el vestit WG han mostrat un predomini del nivell mitjà, seguit de l'alt. No s'han detectat individus de nivell d'estudis baix en aquest grup WG. Ara bé, respecte cada nivell d'estudis per separat, la majoria d'alumnes sempre veu el vestit BB.

La segona part del marc pràctic, fa referència a la pregunta: El context influeix en la percepció del color? Arran d'aquesta qüestió s'analitzen i es relacionen les diferents visions del color del vestit i les visions dels píxels (colors) que el conformen.

El primer fenomen estudiat en aquesta part és la influència del fons sobre els píxels. Si els individus veuen dos colors diferents de píxel respecte el mateix, superposat en un fons negre o un fons blanc.

D'acord amb l'objectiu cercat, s'ha afirmat que el fons (negre o blanc) condiona la visió dels píxels. Els píxels foscos (Píxel 1 i 4) tendeixen a ser vistos, en major freqüència, de manera diferent quan es troben en dos fons neutres diferents (negre i blanc). Tot i així, el Píxel més distingit en els dos fons ha estat el Píxel 4, seguit de l'1.

En canvi, els píxels de colors clars (Píxel 3 i 5) tendeixen a ser vistos del mateix color, tot i estar superposats en un fons negre o un fons blanc. El Píxel 5 ha estat el píxel més vist de manera igual, tot i els dos contextos en els que es trobava, seguit del Píxel 3.

El Píxel 2 no ha mostrat una clara influència del fons, és a dir, no s'ha pogut determinar si aquest es tendeix a veure igual en els dos fons (negre i blanc) o si s'acostuma a veure de dos colors diferents en els fons.

El segon punt estudiat d'aquesta part del marc pràctic és la relació entre la influència dels dos fons (negre i blanc) en la visió dels píxels i la visió del vestit, BB o WG.

S'ha confirmat que el fet de veure dos colors diferents respecte un mateix píxel superposat en dos fons acromàtics (negre i blanc), no es pot relacionar amb si els individus veuen el vestit BB (*Blue and Black*) o WG (*White and Gold*). S'ha demostrat ja que, d'acord amb els resultats de l'apartat a, on s'ha analitzat si la mostra veia colors diferents respecte el mateix píxel en dos

fons dissemblants, s'observa que tant els individus que han vist el vestit BB com els que l'han vist WG, no han presentat diferències pel que fa a la distinció d'un mateix píxel superposat en dos fons diferents, un negre i un blanc. És a dir, els percentatges enregistrats de la mostra global coincideixen quasi al 100% amb els percentatges de les visions dels individus BB i amb els de les visions WG.

El tercer aspecte estudiat d'aquesta segona part del marc pràctic ha estat la influència dels fons negre i blanc sobre el color d'un mateix Píxel.

S'ha afirmat que el fons negre induïx a veure els píxels més clars i en canvi, el fons blanc induïx a veure'ls més foscos. Tot i així, no s'ha pogut confirmar que els diferents fons condicionin la visió de tots els cinc píxels. Per tant, la hipòtesi de sortida s'ha confirmat parcialment.

El Píxel 1 sobre un fons negre ha estat vist per la major part dels individus de color verd fosc. Per contra, aquest mateix Píxel sobre un fons blanc ha estat vist per la majoria de color marró "estàndard".

El Píxel 2 sobre un fons negre ha estat vist majoritàriament dels colors verd fosc i marró clar. Aquest Píxel sobre un fons blanc ha mostrat una visió predominant del marró "estàndard" sobre la del verd fosc, i les altres percepcions cromàtiques.

El Píxel 3 sobre un fons negre ha estat vist majoritàriament del color blau fosc seguit del lila "estàndard" o "normal". Igualment, aquest mateix píxel sobre un fons blanc ha estat vist del color blau fosc i blau "normal" seguit del lila "normal".

El Píxel 4 sobre un fons negre ha estat vist d'una manera predominant de color marró "estàndard" o "normal". En canvi, aquest superposat en un fons blanc ha estat vist majoritàriament marró fosc.

El Píxel 5 sobre un fons negre ha estat vist per la majoria dels individus de color blau fosc, seguit de blau "normal". De manera semblant ha succeït amb aquest píxel sobre un fons blanc, ja que ha estat vist majoritàriament de color blau fosc.

Per tant, la hipòtesi s'ha confirmat, però els dos fons neutres només han influït en la visió dels Píxels 1,2 i 4 visiblement. Respecte els Píxels 3 i 5 no han mostrat una clara influència del fons negre i blanc sobre la visió d'aquests.

El quart paràmetre analitzat ha estat la relació establerta entre la influència dels fons negre i blanc en la visió cromàtica dels píxels, i la visió del vestit.

El Píxel 1 sobre un fons negre ha estat vist per la majoria d'individus que han vist el vestit BB, de color verd fosc, seguit del marró "normal" i del marró fosc. En canvi, aquest mateix Píxel ha estat vist del color verd fosc, seguit del marró clar per la major part dels individus que han vist el vestit WG.

El Píxel 1 sobre un fons blanc ha estat vist pels individus BB, majoritàriament, de color marró "normal" i, en canvi, pel que fa als individus WG la visió de marró "normal" ha disminuït i ha augmentat la visió del color verd fosc.

El Píxel 2 sobre un fons negre ha estat vist majoritàriament pels individus BB, de color verd fosc, seguit del marró clar. La visió d'aquest Píxel pels individus WG ha estat semblant a la visió dels BB, però en aquest cas, el marró vist ha estat percebut com a marró clar i marró fosc, a parts iguals.

El Píxel 2 sobre un fons blanc ha estat vist per la major part dels individus BB, de color marró "normal". Del mateix color han vist aquest Píxel la major part dels individus WG.

El Píxel 3 sobre un fons negre ha estat vist per la majoria d'individus BB, de color blau "normal" seguit de blau fosc. Igualment, aquest mateix Píxel ha estat vist per la majoria d'individus WG de color blau "normal" seguit de blau fosc.

El Píxel 3 sobre un fons blanc ha estat vist per la majoria d'individus BB, blau "normal" seguit de blau fosc. En canvi, per la majoria dels individus WG ha estat vist blau fosc.

El Píxel 4 sobre un fons negre ha estat vist per la majoria d'individus BB de color marró "Normal". La majoria d'individus WG també l'han vist marró "normal".

El Píxel 4 sobre un fons blanc ha estat vist per la majoria d'individus BB de color verd fosc. Per la majoria d'individus WG també ha estat vist verd fosc.

El Píxel 5 sobre un fons negre ha estat vist per la major part dels individus BB de color blau "normal". De la mateixa manera l'han vist els individus WG, tot i que ha augmentat la quantitat de persones que l'ha vist blau fosc.

El Píxel 5 sobre un fons blanc ha estat vist per la major part dels individus BB del color blau "normal" o "estàndard", de la mateixa manera l'han vist la major part dels individus que han vist el vestit WG.

Per tant després d'obtenir les conclusions de l'anàlisi de la influència del fons sobre el color del píxel, no s'han pogut extreure d'una manera clara possibles diferències entre les percepcions dels píxels dels individus BB i entre les percepcions dels individus que han vist el vestit WG. I per tant, la hipòtesi no s'ha pogut afirmar.

El cinquè i últim aspecte analitzat s'ha basat en comparar si la visió dels píxels de manera individual es correspon amb la visió dels píxels en el vestit.

S'ha observat que la visió dels píxels, de manera individual, predominant de la mostra ha estat la combinació dels colors blau i marró (*Blue and Brown*). En canvi, la combinació cromàtica del vestit més vista ha estat la formada pels colors blau i negre (*Blue and Black*).

Aquesta combinació cromàtica dels píxels BBr (*Blue and Brown*) ha estat la més vista per aquells individus que han vist el vestit BB (*Blue and Black*), WG (*White and Gold*), BG (*Blue and Gold*) i BBr (*Blue and Brown*).

La combinació cromàtica dels píxels LBr (*Lilac and Brown*) ha estat la combinació vista per la majoria dels individus que han percebut el vestit LB (*Lilac and Black*) i LBr (*Lilac and Brown*).

Així, es confirma que el context influeix en la percepció del color. Els píxels han estat vistos de colors diferents quan s'han trobat en un context senzill, els fons negre i blanc, i quan han estat situats en un context complex, el vestit. Les dues combinacions cromàtiques que no s'han trobat influenciades pel context han estat la BBr (*Blue and Brown*) i la LBr (*Lilac and Brown*), que són de les que han estat més vistes pels individus. Aquestes dues combinacions es podrien englobar sota la mateixa, ja que les característiques dels colors que presenten són semblants.

Generalment, d'acord amb les conclusions extretes de l'article de la revista *Cortex* i amb les conclusions obtingudes en aquesta recerca, s'han fet visibles punts de connexió i d'homologia.

D'entre els factors representatius que s'han assenyalat com a influents en la percepció del vestit, han destacat el sexe, l'edat i el nivell d'estudis, aquest últim ha aportat més dades a l'afirmació de l'article, on s'exposava que els individus que havien vist el vestit WG presentaven una activitat neuronal superior, en determinades parts del cervell, indicadores d'un grau de cognició més desenvolupat, respecte als que l'havien vist BB. Per tant, tenint en compte les dues informacions obtingudes de dues formes diferents per les dues recerques,

s'afirma que la cognició superior està involucrada en les diferències de percepció relacionades amb el vestit.

Pel que fa a l'anàlisi dels píxels, tenint en compte tota la informació obtinguda, s'han pogut relacionar i ratificar diversos paràmetres.

Primerament, en aquesta recerca s'ha afirmat que el color de fons sobre el qual es situa un determinat color influeix en la visió d'aquest. Aquest fenomen es descriu amb la teoria *Retinex*, que indica que la percepció és el resultat de les longituds d'ona reflectides per l'ambient, i amb la teoria dels *Processos oponents*, aquesta descriu un fenomen anomenat contrast cromàtic simultani que assenyalava que l'aparença d'un color pot canviar segons els colors de les superfícies adjacents.

A la vegada, la distinció entre un mateix color superposat en dos fons acromàtics dissemblants no s'ha pogut connectar amb el fet de veure el vestit BB o WG. Però si s'ha confirmat que si es tracta d'un fons negre, aquest induirà a veure el color en qüestió més clar, i si es tracta d'un fons blanc, aquest l'induirà a veure el color més fosc. Aquest fenomen s'explica també amb les teories *Retinex* i dels *Processos oponents*. A més, aquest fet es degut també a que els píxels es troben en valors intermedis entre els dos colors de fons, en aquest cas negre i blan. És a dir, els píxels no són més foscos que el blanc però més clars que el negre.

Per últim, s'ha pogut confirmar que la percepció d'un color en un context senzill (estímul simple) canvia respecte la percepció d'aquest mateix color en un context complex (estímul elaborat), i així mateix s'ha indicat a l'article de la revista *Cortex*, com a la teoria *Retinex*, la teoria dels *Processos oponents* i a altres teories postulades per científics del moment.

Respecte els píxels disposats al vestit, s'ha observat una relació de complementarietat entre els seus colors. És a dir, segons la informació obtinguda a l'apartat 1.6.2 *Informació sobre els Píxels del vestit*, s'observa que els colors complementaris dels Píxels foscos són tons blaus i els complementaris dels Píxels clars són tons daurats, aquests colors són els que han estat vistos per la mostra analitzada. La relació assenyalada podria ser eina d'estudi de recerques posteriors, degut a la seva base en la teoria *Retinex*, que afirma que els colors es perceben de tons complementaris respecte al fons sobre el que es situen.

Aquesta recerca ha permès l'obtenció de informació que poden ser usades per aportar dades, tenint en compte la diferència metodològica, estudis i anàlisis científics superiors, com és el cas de l'article "*The Brain's Dress Code: How The Dress allows to decode the neuronal pathway of an optical illusion*".

Opinió personal

La realització d'aquest Treball de Recerca ha estat complexa, degut a la amplitud de temes que s'han volgut tractar, encara que tots ells relacionats amb la percepció cromàtica i el vestit *TheDress*.

El temps ha estat un factor decisiu en aquesta recerca, ja que el recull de dades dels individus es va començar tard, aquest motiu ha condicionat tota la recerca. Tot i així, es va intentar d'accelerar al màxim el procés per poder arribar a l'elaboració d'aquest *Treball de Recerca*.

Finalment, després de tot el treball realitzat, estic orgullosa del resultat ja que sé que m'he esforçat per intentar resoldre diferents dubtes sobre un fenomen molt interessant com és la percepció del vestit *TheDress*. Ha estat curiós i entusiasmant analitzar diversos aspectes sobre aquest tema, ja que he pogut experimentar directament amb multitud de persones i les seves percepcions dels colors. A més, finalment, tot i tractar-se d'un tema subjectiu, he pogut arribar a unes conclusions ben definides i delimitades, segons els paràmetres analitzats.

Agraïments

M'agradaria mostrar la meva sincera i enorme gratitud als meus tutors del treball, ja que han estat els qui han fet possible la realització d'aquesta recerca de manera exitosa, la seva intervenció ha estat imprescindible per guiar-ne el desenvolupament. A més, cal destacar i valorar la seva gran dedicació, atenció i temps.

A la meva família per animar-me a seguir endavant quan més ho necessitava i oferir el seu temps i moments.

Als meus amics, en especial a la Mireia i l'Emma, per respondre quan les necessitava.

Als alumnes que han volgut participar en aquesta recerca, per la seva col·laboració en el subministrament de les dades necessàries per dur a terme el marc pràctic

Als diferents professors que han col·laborat i agilitzat el recull de dades amb els alumnes i pel seu temps ofert.

A tots vosaltres, moltes gràcies.

Bibliografía

LLIBRES

Fox, S. I. (2003). Los ojos y la visión. En S. I. Fox, *Fisiología Humana* (págs. 266-273). Madrid: McGraw Hill/Interamericana de España, S.A.U.

Goldstein, E. B. (2006). *Sensation and perception*. Belmont, CA: Thomson.

Gustavo, D., Cañoto, R., Msc, Y., & Dr. Santalla de Banderali, Z. (2006). *Una introducción a la psicología*. Caracas. Consultat el dia 6/novembre/2015

Lang, G. (2006). *Oftalmologia: Texto y atlas en color*. Masson.

Zelanski, P. (2001). *Color*. Madrid.

WEBS, LLIBRES DIGITALITZATS I DOCUMENTS

(sense data). Consultat el 30 / setembre / 2015, a

<http://www.um.es/docencia/pguardio/documentos/percepcion.pdf>

D. Winkler, A., Spillmann, L., S. Werner, J., & A. Webster, M. (29 / Juny / 2015). *Current Biology*.

Consultat el 4 / desembre / 2015, a

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982215005424#MMCVFirst>

(28 / setembre / 2010). Consultat el 30 / octubre / 2015, a

http://www.psi.uba.ar/academica/carrerasdegrado/psicologia/sitios_catedras/obligatorias/048_neuro1/cursada/descargas/china_sistema_visual.pdf

amhasefer.com. (2016). *amhasefer.com*. Consultat el 4 / octubre / 2015, a

<http://www.amhasefer.com/yjWkKEqj/>

Ana M. Muñoz Hernández, E. S. (2013). *Sociedad Oftalmológica de Madrid*. Consultat el 11 /

novembre / 2015, a [http://www.oftalmo.com/som/index.php/2012-11-30-17-37-](http://www.oftalmo.com/som/index.php/2012-11-30-17-37-36/numero-53-2013/29-revista/revista-53/mesa-redonda-manejo-de-la-patologia-del-nervio-optico/75-m2013-03)

[36/numero-53-2013/29-revista/revista-53/mesa-redonda-manejo-de-la-patologia-del-nervio-optico/75-m2013-03](http://www.oftalmo.com/som/index.php/2012-11-30-17-37-36/numero-53-2013/29-revista/revista-53/mesa-redonda-manejo-de-la-patologia-del-nervio-optico/75-m2013-03)

Bravo, R. T. (sense data). *UNED*. Consultat el 7 / desembre / 2015, a LA ORGANIZACIÓN

PERCEPTUAL.: [http://www.uned.es/ca-](http://www.uned.es/ca-bergara/ppropias/Ps_general_I/presencial/tutoria_2PP/cap6_.pdf)

[bergara/ppropias/Ps_general_I/presencial/tutoria_2PP/cap6_.pdf](http://www.uned.es/ca-bergara/ppropias/Ps_general_I/presencial/tutoria_2PP/cap6_.pdf)

Carlos, U. R. (sense data). *División de Arquitectura de Computadores*. Consultat el 18 /

setembre / 2015, a <http://dac.escet.urjc.es/docencia/GV3D/Color1.pdf>

- Casanova, J. A., & Ph DrVision & Control of Action (VISCA) groupDept. (sense data). *Psicología de la percepción visual*. Consultat el 1 / noviembre / 2015, a Facultad de Psicología. Universidad de Barcelona: <http://www.ub.edu/pa1/node/ilusiones>
- Catalana, G. E. (sense data). *Diccionari.cat*. Consultat el 4 / octubre / 2015, a www.diccionari.cat
- Células de la retina II*. (sense data). Consultat el 7 / noviembre / 2015, a <http://retina.umh.es/webvision/spanish/otrascel.html>
- Chile, F. d. (sense data). *Estructura, funciones y funciones del sistema nervioso*. Consultat el 5 / noviembre / 2015, a http://www7.uc.cl/sw_educ/neurociencias/html/frame04.html
- ciencia, B. (2010 / octubre / 21). *BBC*. Consultat el 29 / setembre / 2015, a Ver para creer: la ciencia de las ilusiones ópticas: http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/10/101018_ciencia_ilusiones_opticas_mr.shtml
- Colblindor. (2006-2014). Consultat el 27 / octubre / 2015, a <http://www.color-blindness.com/ishihara-38-plates-cvd-test/>
- color-hex*. (2016). Consultat el 6 / octubre / 2015, a <http://www.color-hex.com/>
- Eguiluz, J. (sense data). *Librosweb*. Consultat el 28 / noviembre / 2015, a Unidades de medida y colores: http://librosweb.es/libro/css/capitulo_3.html
- Española, R. A. (2016). *Diccionario de la Real Academia Española*. Consultat el 26 / noviembre / 2015, a www.rae.es
- Fleur, N. S. (14 / Maig / 2015). *Diario NY Times*. Consultat el 2 / diciembre / 2015, a http://www.nytimes.com/2015/05/15/science/the-science-behind-the-dress-color.html?_r=1
- Guberman, D. M. (sense data). *Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Médicas*. Consultat el 6 / octubre / 2015, a <http://www.ofthalmologia.fcm.unc.edu.ar/neuro.htm>
- H. Brainard, D., & C. Hurlbert, .. (29 / juny / 2015). *Current Biology*. Consultat el 4 / diciembre / 2015, a <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982215005941>
- Hancock, J. R. (12 / noviembre / 2015). *El País*. Consultat el 8 / setembre / 2015, a ¿Recuerdas el vestido azul y negro (o blanco y dorado)? Pues ahora se estudia en la universidad: http://verne.elpais.com/verne/2015/11/10/articulo/1447172838_193048.html
- HELA. (9 / agosto / 2012). *HELA*. Consultat el 1 / diciembre / 2015, a Lóbulo occipital: áreas y funciones.: <http://www.hela03.es/2012/08/lobulo-occipital-areas-y-funciones/>
- <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11111/tesisUPV3553.pdf?sequence=1>. (junio / 2011). *Universitat Politècnica de València*. Consultat el 29 / octubre / 2015, a <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11111/tesisUPV3553.pdf?sequence=1>

- Introducción a la Psicología.* (sense data). Consultat el 20 / noviembre / 2015, a <https://books.google.fr/books?id=PLDQoRgu5ZYC&pg=PT157&lpg=PT157&dq=proceso+vision+color&source=bl&ots=umxHn18oGR&sig=lxHcbxo4NmBq-Fvb-YZzaew6K1o&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwi7-6rW147KAhUBWxoKHVYVBDHIQ6AEIWTAK#v=onepage&q&f=false>
- Ivanovic, I. C. (sense data). *Proyectacolor.* Consultat el 23 / octubre / 2015, a Propiedades de los colores: <http://www.proyectacolor.cl/teoria-de-los-colores/propiedades-de-los-colores/>
- Jordi Alberich, D. G. (sense data). *UOC.* Consultat el 6 / noviembre / 2015, a Percepción visual: [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Disseny_grafic/Diseno_grafico/Diseno_grafico_\(Modulo_1\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Disseny_grafic/Diseno_grafico/Diseno_grafico_(Modulo_1).pdf)
- Karl R. Gegenfurtner , Marina Bloj , Matteo Toscani. (29 / Juny / 2015). *Current Biology.* Consultat el 4 / Diciembre / 2015, a <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982215004947>
- Lafer-Sousa, R., L. Hermann, K., & R. C, B. (29 / juny / 2015). *Current Biology.* Consultat el 4 / diciembre / 2015, a <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960982215005357>
- Lapuente, F. R., Pardo, M. J., & Lóp, M. d. (sense data). *Organización de a función cerebral.* Consultat el 3 / noviembre / 2015, a <http://ocw.um.es/cc.-sociales/neuropsicologia/material-de-clase-1/tema-2.-organizacion-y-funcion-cerebral.pdf>
- Melado, D. B. (20 / març / 2000). *Proyección.* Recollit de <http://serdis.dis.ulpgc.es/~iidgc/David/Proyeccion/proyeccion.html>
- Mercedes Bueno García, F. L. (julio / 2006). *Neuropsicología del color.* Consultat el 1 / diciembre / 2015, a http://www.ugr.es/~setchift/docs/cualia/neuropsicologia_del_color.pdf
- Oftalmología, S. A. (sense data). *Sociedad Argentina de Oftalmología, SAO.* Consultat el 12 / diciembre / 2015, a <http://www.sao.org.ar/index.php/informacion-para-pacientes/anatomia>
- Ondas electromagnéticas.* (sense data). Consultat el 30 / octubre / 2015, a http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio/3000/3233/html/21_espectro_visible.html
- Organización de la retina.* (sense data). Consultat el 27 / setembre / 2015, a http://www7.uc.cl/sw_educ/neurociencias/html/116.html
- Procesos cognitivos I. Sensación y percepción. Memoria.* (sense data). Consultat el 26 / octubre / 2015, a <http://iesjmbza.educa.aragon.es/Documentos/Distancia/minimos%20tema3.pdf>

- Psicología, Bachillerato*. (19 / febrer / 2009). Consultat el 1 / novembre / 2015, a <http://anglo.blogia.com/2009/021901-estimulo-sensacion-y-percepcion-.php>
- Ramón, S. G. (mayo / 2008). *Procesador Central: el cerebro*. Consultat el 24 / noviembre / 2015, a http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac20-cerebro.pdf
- Rementeria, C. (18 / noviembre / 2015). *Clinica Rementeria*. Consultat el 24 / diciembre / 2015, a <http://www.cirugiaocular.com/index.php/la-vision/el-ojo-y-sus-defectos/anatomia-del-ojo.html>
- Roger, C. V. (21 / diciembre / 2010). *Oftalmología y visión*. Consultat el 29 / setiembre / 2015, a VI.- Visión del Color: <http://www.eloftalmologobarcelona.com/2010/12/la-percepcion-visual-vi.html>
- Sola, D. R. (28 / febrero / 2002). *Anatomía y función de la corteza cerebral humana. Áreas de Brodman*. Consultat el 24 / noviembre / 2015, a <http://neurorgs.net/docencia/postgraduados/anatomia-y-funcion-de-la-corteza-cerebral-humana-areas-de-brodman/>
- UCO. (sense data). *El ojo: óptica de la visión*. Consultat el 17 / octubre / 2015, a <http://www.uco.es/saguera/tema4.html>
- UGR. (sense data). *Psicofísica visión color*. Consultat el 29 / diciembre / 2015, a <http://www.ugr.es/~jnieves/Textos/Tema2Psicofisica%20VisionColor%20I.pdf>
- UV. (2010). *La percepción visual*. Consultat el 5 / octubre / 2015, a http://www.uv.es/asamar4/exelearning/15_armonizacin_de_los_colores.html
- vic, E. d. (sense data). *Psicología del color*. Consultat el 24 / octubre / 2015, a <http://www.eartvic.net/~mbaurierc/materials/20%20Selectivitat/Psicologia%20del%20Ocolor.pdf>
- Vicario, C. U. (sense data). *El efecto expansión con una red*. Consultat el 2015 / noviembre / 6, a <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/10207/urtubia.pdf;jsessionid=C3D8BB43C9BA911354DCDC1422567958.tdx1?sequence=1>
- Villalobos, d. N. (sense data). *Bligoo*. Consultat el 24 / noviembre / 2015, a Nucleo Geniculado Lateral en la visión: <http://psicobiologiayeducacion.bligoo.es/nucleo-geniculado-lateral-en-la-vision#.VklePrcvflU>
- W. Lusby, F., Zieve, D., & A.D.A.M. Editorial team. (11 / diciembre / 2003). *Medline Plus*. Consultat el 30 / setiembre / 2015, a <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002252.htm>

ANNEX

ÍNDEX

1. Primera part. Anàlisi dels diferents factors que poden influir en la percepció del color ..2
2. Segona part. Anàlisi de la percepció dels diferents píxels que conformen el vestit4
3. Tercera part . Anàlisi de l'article de la revista *Cortex*.....25
4. Documents model utilitzats per recollir la informació dels individus33

a. Primera part. Anàlisi dels diferents factors que poden influir en la percepció del color

a. Sexe

	Nois	Noies	TOTAL	% Nois	% Noies
BB	63	40	103	61,2	38,8
WG	8	15	23	34,8	65,2
	71	55			
%	88,7	72,7			
%	11,3	27,3			

b. Edat

	Edat mitjana
BB	13,8
WG	14,4

c. Edat i sexe

	Edat mitjana	
Noies WG	14,1	0,3
Nois WG	14,9	0,3
Noies BB	13,5	0,2
Nois BB	14,1	0,2

d. Color d'ulls

	Color d'ulls				TOTAL	%	%	%	%
	Molt clars	Clars	Fosc	Molt fosc		Molt clars	Clars	Fosc	Molt fosc
BB	22	11	63	7	103	21,36	10,68	61,17	6,80
WG	4	4	12	3	23	17,39	17,39	52,17	13,04
TOTAL	26	15	75	10					
% BB	84,62	73,33	84,00	70,00					
% WG	15,38	26,67	16,00	30,00					

e. Valoració acadèmica

		NIVELL					%		
		Bo	Mitjà	Dolent			Bo	Mitjà	Dolent
BB		45	49	9	TOTAL:	103	43,69	47,57	8,74
WG		9	14	0		23	39,13	60,87	0,00
		54	63	9					
BB		83,33	77,78	100,00					
WG		16,67	22,22	0,00					

b. Segona part. Anàlisi de la percepció dels diferents píxels que conformen el vestit

a. Influència del fons negre i blanc en la percepció dels píxels

Influència del fons negre i blanc															
	Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5						Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5
Sí	86	60	39	107	31	TOTAL	323	%	26,63	18,58	12,07	33,13	9,60		
No	40	66	87	19	95		307		13,03	21,50	28,34	6,19	30,94		
126															
Sí	68,25	47,62	30,95	84,92	24,60										
No	31,75	52,38	69,05	15,08	75,40										

b. Relació entre la influència dels diferents fonts en la percepció dels píxels i la percepció del vestit

Percepció dels Píxels															
BB	Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5						Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5
Sí	69	49	32	87	24	TOTAL	261	%	26,44	18,77	12,26	33,33	9,20		
No	34	54	71	16	79		254		13,39	21,26	27,95	6,30	31,10		
103															
Sí	66,99	47,57	31,07	84,47	23,30										
No	33,01	52,43	68,93	15,53	76,70										

Percepció dels Píxels															
WG	Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5						Píxel 1	Píxel 2	Píxel 3	Píxel 4	Píxel 5
Sí	17	10	7	20	7	TOTAL	61	%	27,87	16,39	11,48	32,79	11,48		
No	6	13	16	3	16		54		11,11	24,07	29,63	5,56	29,63		
23															
Sí	73,91	43,48	30,43	86,96	30,43										
No	26,09	56,52	69,57	13,04	69,57										

c. Influència dels fons blanc i negre sobre la tonalitat d'un mateix Píxel

FONS NEGRE																
PÍXEL 1																
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL	126	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc					
11	16	14	3	8	56	1	11	0	0	1	2	3	0			
TOTAL			41			67			12			3			3	0
26,83	39,02	34,15	4,48	11,94	83,58	8,33	91,67	0,00	0,00	33,33	66,67	100,00	0,00			

Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
%	8,73	12,70	11,11	2,38	6,35	44,44	0,79	8,73	0,00	0,00	0,79	1,59	2,38	0,00
TOTAL	32,54			53,17			9,52			2,38			2,38	0,00

FONS BLANC																
PÍXEL 1																
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL	126	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc					
6	45	16	0	2	30	1	3	3	0	0	0	0	20			
TOTAL			67			32			7			0			0	20
8,96	67,16	34,15	0	6,25	93,75	14,29	42,86	42,86	0	0	0	0	100			

Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
%	4,76	35,71	12,70	0,00	1,59	23,81	0,79	2,38	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	15,87
TOTAL	53,17			25,40			5,56			0,00			0,00	15,87

FONS NEGRE																
PÍXEL 2																
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL	126	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc					
26	17	12	13	9	42	1	3	3	0	0	0	0	0			
TOTAL			55			64			7			1			0	0
47,27	30,91	34,15	20,31	14,06	65,63	14,29	42,86	42,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	20,63	13,49	9,52	10,32	7,14	33,33	0,79	2,38	2,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	43,65			50,79			5,56			0,00			0,00	0,00

FONS BLANC															
PÍXEL 2															
	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
	22	38	14	4	11	26	2	5	2	0	0	1	0	1	126
TOTAL	74			41			9			1			0	1	
	29,73	51,35	18,92	9,76	26,83	63,41	22,22	55,56	22,22	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00	

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	17,46	30,16	11,11	3,17	8,73	20,63	1,59	3,97	1,59	0,00	0,00	0,79	0,00	0,79
TOTAL	58,73			32,54			7,14			0,79			0,00	0,79

FONS NEGRE															
PÍXEL 3															
	Blau			Lila			Verd			TOTAL	126				
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc						
	11	37	37	6	33	0	0	0	2						
TOTAL	85			39			2								
	12,94	43,53	43,53	15,38	84,62	0,00	0,00	0,00	100,00						

	Blau			Lila			Verd		
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc
%	8,73	29,37	29,37	4,76	26,19	0,00	0,00	0,00	1,59
TOTAL	67,46			30,95			1,59		

FONS BLANC															
PÍXEL 3															
	Blau			Lila			Verd			TOTAL	126				
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc						
	8	31	36	13	31	7	0	0	0						
TOTAL	75			51			0								
	10,67	41,33	48,00	25,49	60,78	13,73	0,00	0,00	0,00						

	Blau			Lila			Verd		
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc
%	6,35	24,60	28,57	10,32	24,60	5,56	0,00	0,00	0,00
TOTAL	59,52			40,48			0,00		

FONS NEGRE																
PÍXEL 4																
	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre		
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc				
	5	77	13	0	4	17	1	6	1	0	0	0	0	2	TOTAL	126
TOTAL	95			21			8			0			0	2		
	5,26	81,05	13,68	0,00	19,05	80,95	12,50	75,00	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00		

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	3,97	61,11	10,32	0,00	3,17	13,49	0,79	4,76	0,79	0,00	0,00	0,00	0,00	1,59
TOTAL	75,40			16,67			6,35			0,00			0,00	1,59

FONS BLANC																
PÍXEL 4																
	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre		
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc				
	2	23	72	0	1	3	2	1	2	0	0	0	0	20	TOTAL	126
TOTAL	97			4			5			0			0	20		
	2,06	23,71	74,23	0,00	25,00	75,00	40,00	20,00	40,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00		

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	1,59	18,25	57,14	0,00	0,79	2,38	1,59	0,79	1,59	0,00	0,00	0,00	0,00	15,87
TOTAL	76,98			3,17			3,97			0,00			0,00	15,87

FONS NEGRE															
PÍXEL 5															
	Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc	Negre	
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
	11	37	36	10	26	0	0	0	3	1	0	1	1	TOTAL	126
TOTAL	84			36			3			2			1		
	13,10	44,05	42,86	27,78	72,22	0,00	0,00	0,00	100,00	50,00	0,00	50,00	100,00		

	Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	8,73	29,37	28,57	7,94	20,63	0,00	0,00	0,00	2,38	0,79	0,00	0,79	0,79	0,00
TOTAL	66,67			28,57			2,38			1,59			0,79	0,00

FONS BLANC																		
PÍXEL 5																		
	Blau			Lila			Verd			Marró			Gris			Negre		
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
	14	40	24	13	26	2	0	0	1	1	0	1	1	2	0	1	TOTAL	126
TOTAL	78			41			1			2			3			1		
	17,95	51,28	30,77	31,7	63,41	4,88	0,00	0,00	100	50,00	0,00	50,00	33,3	66,67	0,0	100,0		

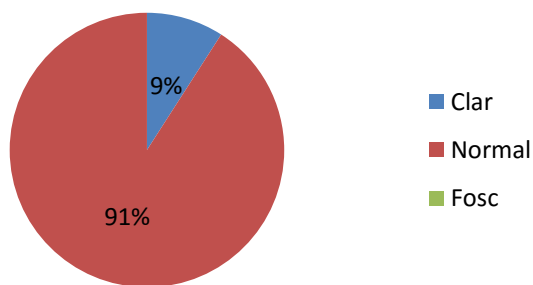
	Blau			Lila			Verd			Marró			Gris			Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	
%	11,11	31,75	19,05	10,32	20,63	1,59	0,00	0,00	0,79	0,79	0,00	0,79	0,79	1,59	0,00	0,79
TOTAL	61,90			32,54			0,79			1,59			2,38			0,79

d. Relació entre la visió dels píxels i la visió del vestit

BB																
FONS NEGRE																
PÍXEL 1																
	Marró			Verd			Gris			Or		Blanc		Negre		
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar		Normal	
	8	14	11	2	6	46	1	10	0	0	1	2	0	2	TOTAL	103
TOTAL	33			54			11			3		0		2		
	24,24	42,42	33,33	3,70	11,11	85,19	9,09	90,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00		

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	7,77	13,59	10,68	1,94	5,83	44,66	0,97	9,71	0,00	0,00	0,97	1,94	0,00	1,94
TOTAL	32,04			52,43			10,68			2,91			0,00	1,94

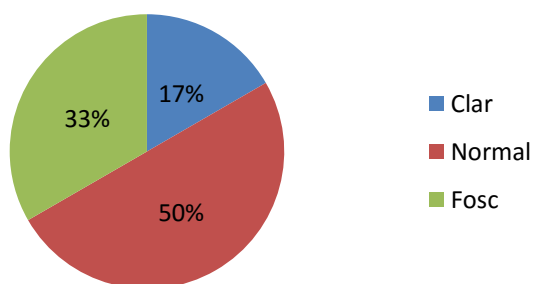
Fons negre BB: Gris



BB																
FONS BLANC																
PÍXEL 1																
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL		
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc					
5	38	15	0	1	24	1	3	2	0	0	0	0	14	103		
TOTAL			58			25			6			0			0	14
8,62	65,52	25,86	0,00	4,00	96,00	16,67	50,00	33,33	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00			

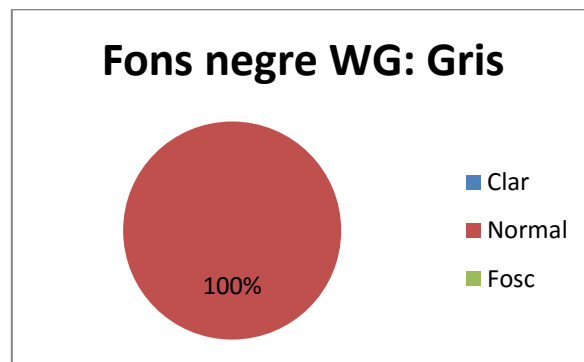
	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	4,85	36,89	14,56	0,00	0,97	23,30	0,97	2,91	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	13,59
TOTAL %	56,31			24,27			5,83			0,00			0,00	13,59

Fons blanc BB: Gris



WG																		
FONS NEGRE																		
PÍXEL 1																		
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc		Negre				
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			Blanc	Negre			
4	2	2	1	2	10	0	1	0	0	0	0			1	0	TOTAL	23	
TOTAL			8			13			1			0			1	0		
50,00	25,00	25,00	7,69	15,38	76,92	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00			

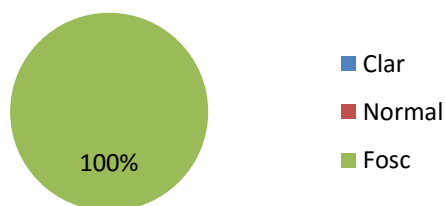
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
%	17,39	8,70	8,70	4,35	8,70	43,48	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	0,00
TOTAL	34,78			56,52			4,35			0,00			4,35	0,00



WG																		
FONS BLANC																		
PÍXEL 1																		
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc		Negre				
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			Blanc	Negre			
1	7	1	0	1	6	0	0	1	0	0	0			0	6	TOTAL	23	
TOTAL			9			7			1			0			0	6		
11,11	77,78	11,11	0,00	14,29	85,71	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00			0,00	0,00			

Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
%	4,35	30,43	4,35	0,00	4,35	26,09	0,00	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	26,09
TOTAL	39,13			30,43			4,35			0,00			0,00	26,09

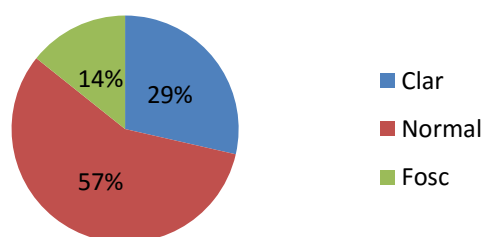
Fons blanc WG: Gris



BB																	
FONS NEGRE																	
PÍXEL 2																	
Marró			Verd			Gris			Or				Blanc	Negre			
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc						
22	13	7	11	8	34	2	4	1	0	1	0	0	0				
TOTAL			42			53			7			1		0	0	TOTAL	103
%	52,38	30,95	16,67	20,75	15,09	64,15	28,57	57,14	14,29	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00			

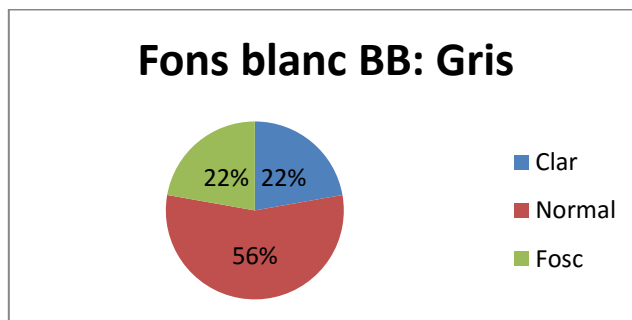
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
%	21,36	12,62	6,80	10,68	7,77	33,01	1,94	3,88	0,97	0,00	0,97	0,00	0,00	0,00
TOTAL	40,78			51,46			6,80			0,97			0,00	0,00

Fons negre BB: Gris



BB																	
FONS BLANC																	
PÍXEL 2																	
Marró			Verd			Gris			Or				Blanc	Negre			
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc						
19	32	10	4	8	19	2	5	2	0	0	1	0	1				
TOTAL			61			31			9			1		0	1	TOTAL	103
%	31,15	52,46	16,39	12,90	25,81	61,29	22,22	55,56	22,22	0,00	0,00	100,00	0,00	100,00			

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	18,45	31,07	9,71	3,88	7,77	18,45	1,94	4,85	1,94	0,00	0,00	0,97	0,00	0,97
TOTAL	59,22			30,10			8,74			0,97			0,00	0,97



WG																
FONS NEGRE																
PÍXEL 2																
	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL	
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc				
	3	2	3	2	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21
TOTAL	8			13			0			0			0	0		
	37,50	25,00	37,50	15,38	7,69	76,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	14,29	9,52	14,29	9,52	4,76	47,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	38,10			61,90			0,00			0,00			0,00	0,00

WG																
FONS BLANC																
PÍXEL 2																
	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL	
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc				
	4	7	2	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	23	
TOTAL	13			10			0			0			0	0		
	30,77	53,85	15,38	0,00	30,00	70,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	17,39	30,43	8,70	0,00	13,04	30,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	56,52			43,48			0,00			0,00			0,00	0,00

BB											
FONS NEGRE											
PÍXEL 3											
Blau			Lila			Verd					
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	TOTAL		
8	32	31	5	26	0	0	0	1		103	
TOTAL	71		31			1					
	11,27	45,07	43,66	16,13	83,87	0,00	0,00	0,00	100,00		

Blau			Lila			Verd				
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc		
%	7,77	31,07	30,10	4,85	25,24	0,00	0,00	0,00	0,79	
TOTAL	68,93		30,10			0,79				

BB											
FONS BLANC											
PÍXEL 3											
Blau			Lila			Verd					
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	TOTAL		
6	28	28	11	24	6	0	0	0		103	
TOTAL	62		41			0					
	9,68	45,16	45,16	26,83	58,54	14,63	0,00	0,00	0,00		

Blau			Lila			Verd				
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc		
%	5,83	27,18	27,18	10,68	23,30	4,76	0,00	0,00	0,00	
TOTAL	60,19		38,74			0,00				

WG											
FONS NEGRE											
PÍXEL 3											
Blau			Lila			Verd					
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	TOTAL		
3	5	6	1	7	0	0	0	1		23	
TOTAL	14		8			1					
	21,43	35,71	42,86	12,50	87,50	0,00	0,00	0,00	100,00		

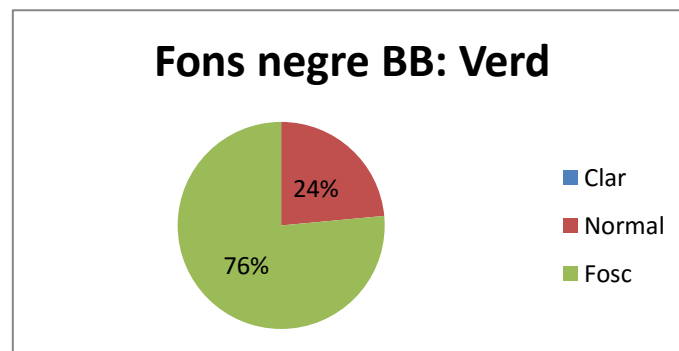
Blau			Lila			Verd				
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc		
%	13,04	21,74	26,09	4,35	30,43	0,00	0,00	0,00	0,79	
TOTAL	60,87		34,78			0,79				

WG											
FONS BLANC											
PÍXEL 3											
Blau			Lila			Verd					
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	TOTAL		
2	3	8	2	7	1	0	0	0		23	
TOTAL			13			10			0		
15,38	23,08	61,54	20,00	70,00	10,00	0,00	0,00	0,00			

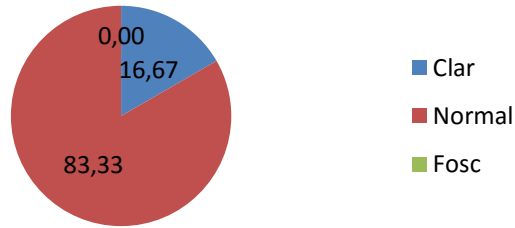
		Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
		Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%		2,91	62,14	10,68	0,00	3,88	12,62	0,97	4,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,94
TOTAL		75,73			16,50			5,83			0,00			0,00	1,94

BB																
FONS NEGRE																
PÍXEL 4																
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre			
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			TOTAL		
3	64	11	0	4	13	1	5	0	0	0	0	0	2	103		
TOTAL			78			17			6			0			2	
3,85	82,05	14,10	0,00	23,53	76,47	16,67	83,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00			

		Marró			Verd			Gris			Or			Blanc
		Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	
%		2,91	62,14	10,68	0,00	3,88	12,62	0,97	4,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL		75,73			16,50			5,83			0,00			0,00



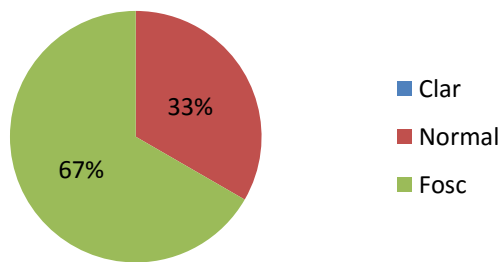
Fons negre BB: Gris



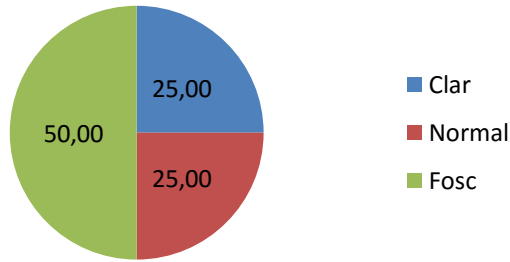
BB																	
FONS BLANC																	
PÍXEL 4																	
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre				
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc						
2	15	63	0	1	2	1	1	2	0	0	0	0	0	16	TOTAL	103	
TOTAL			80			3			4			0			0	16	
2,50	18,75	78,75	0,00	33,33	66,67	25,00	25,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00			

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	1,94	14,56	61,17	0,00	0,97	1,94	0,97	0,97	1,94	0,00	0,00	0,00	0,00	15,53
TOTAL %	77,67			2,91			3,88			0,00			0,00	15,53

Fons blanc BB: Verd



Fons blanc BB: Gris



WG															
FONS NEGRE															
PÍXEL 4															
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre		
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc				
2	13	2	0	0	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0	TOTAL 23
TOTAL 17			4			2			0			0	0		
11,76	76,47	11,76	0,00	0,00	100,00	0,00	50,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
%	8,70	56,52	8,70	0,00	0,00	17,39	0,00	4,35	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL	73,91		17,39			8,70			0,00			0,00	0,00	

Fons negre WG: Verd

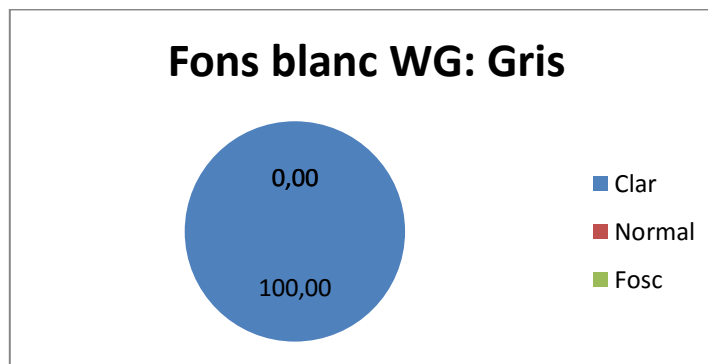
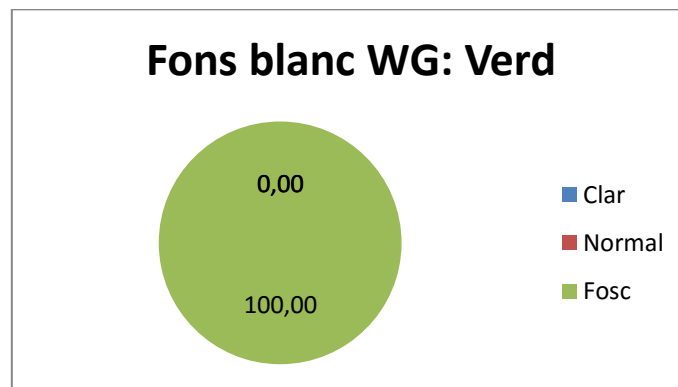


Fons negre WG: Gris



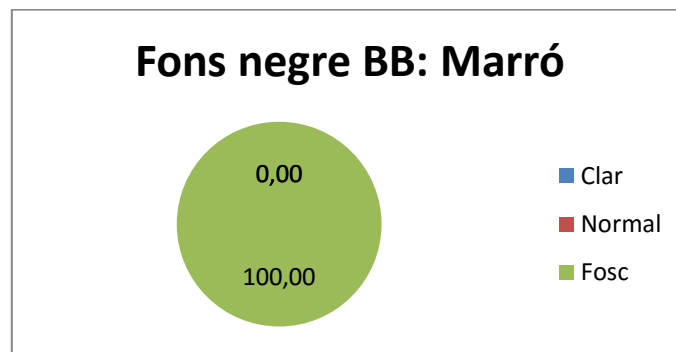
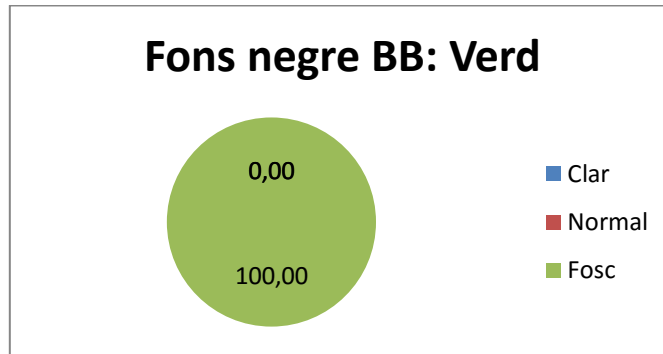
WG																
FONS BLANC																
PÍXEL 4																
Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre	TOTAL	23	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc					
0	8	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4		
TOTAL	17		1			1			0			0	4			
	0,00	47,06	52,94	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00		

	Marró			Verd			Gris			Or			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	0,00	34,78	39,13	0,00	0,00	4,35	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,39
TOTAL %	73,91			4,35			4,35			0,00			0,00	17,39



BB															
FONS NEGRE															
PÍXEL 5															
Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc	TOTAL	103	
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc				
11	40	18	9	22	0	0	0	2	0	0	1	0			
TOTAL	69		31			2			1			0			
	15,94	57,97	26,09	29,03	70,97	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	0,00		

	Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	10,68	38,83	17,48	8,74	21,36	0,00	0,00	0,00	1,94	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00
TOTAL %	66,99			30,10			1,94			0,97			0,00	0,00



BB																		
FONS BLANC																		
PÍXEL 5																		
	Blau			Lila			Verd			Marró			Gris			Blanc	Negre	TOTAL
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc			
	13	32	19	10	21	2	0	0	1	0	0	1	1	2	0	0	1	103
TOTAL	64			33			1			1			3			0	1	
	20,31	50,00	29,69	30,30	63,64	6,06	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	33,33	66,67	0,00	0,00	100,00	

	Blau			Lila			Verd			Marró			Gris			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	12,62	31,07	18,45	9,71	20,39	1,94	0,00	0,00	0,97	0,00	0,00	0,97	0,97	1,94	0	0,00	0,97
TOTAL	62,14			32,04			0,97			0,97			2,91			0,00	0,97

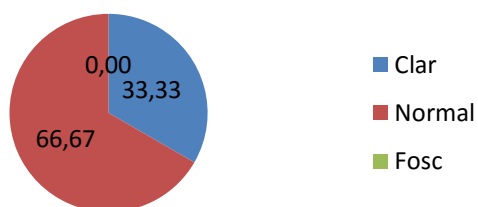
Fons blanc BB: Verd



Fons blanc BB: Marró

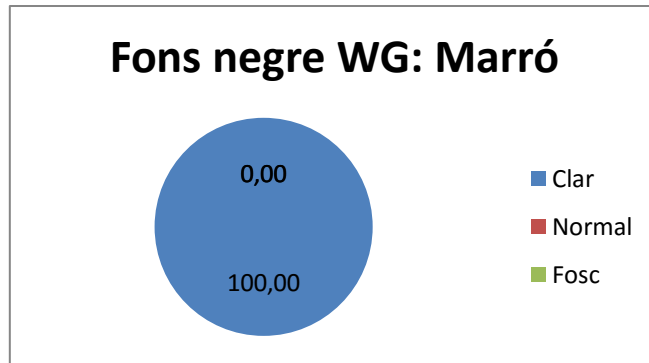
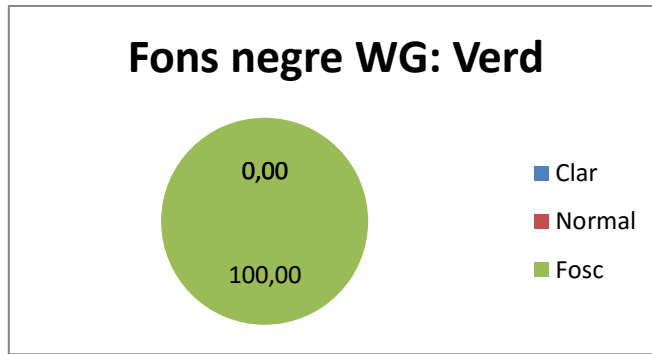


Fons blanc BB: Gris



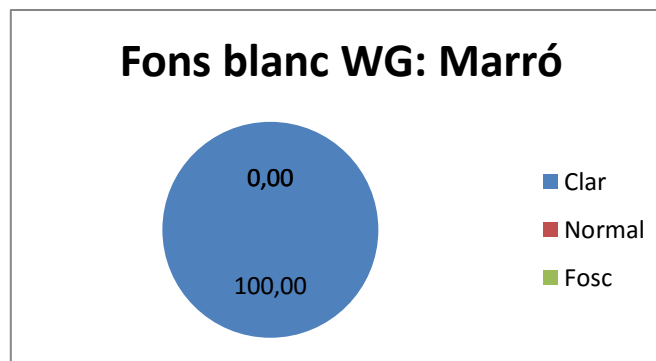
WG													
FONS NEGRE													
PÍXEL 5													
Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc	TOTAL
Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
4	6	5	1	4	0	0	0	1	1	0	0	1	23
TOTAL 15			5			1			1			1	
26,67	40,00	33,33	20,00	80,00	0,00	0,00	0,00	100,00	100,00	0,00	0,00	100,00	

	Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc +v/m	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	17,39	26,09	21,74	4,35	17,39	0,00	0,00	0,00	4,35	4,35	0,00	0,00	4,35	0,00
TOTAL %	65,22			21,74			4,35			4,35			4,35	0,00



WG													
FONS BLANC													
PÍXEL 5													
	Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	
	1	8	5	3	5	0	0	0	0	1	0	0	0
TOTAL	14			8			0			1			0
	7,14	57,14	35,71	37,50	62,50	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00

	Blau			Lila			Verd			Marró			Blanc	Negre
	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc	Clar	Normal	Fosc		
%	4,35	34,78	21,74	13,04	21,74	0,00	0,00	0,00	0,00	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00
TOTAL %	60,87			34,78			0,00			4,35			0,00	0,00



e. Comparació de la visió dels colors dels píxels amb la visió dels colors del vestit

LLEGENDA DE LES DIFERENTS COMBINACIONS CROMÀTIQUES DELS PÍXELS

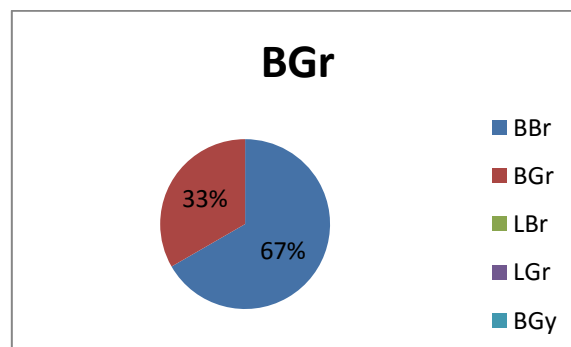
COMBINACIONS PÍXELS	
BBr	Blue and Brown (blau i marró)
BGr	Blue and Green (blau i verd)
LBr	Lilac and Brown (lila i marró)
LGr	Lilac and Green (lila i verd)
BGy	Blue and Grey (lila i gris)
LB	Lilac and Black (lila i negre)
LGy	Lilac and Grey (lila i gris)

RESULTATS COMBINACIONS PÍXELS		%
BBr	45	35,71
BGr	31	24,60
LBr	28	22,22
LGr	14	11,11
BGy	6	4,76
LB	1	0,79
LGy	1	0,79
TOTAL		
126		

LLEGENDA DE LES DIFERENTS COMBINACIONS CROMÀTIQUES DEL VESTIT

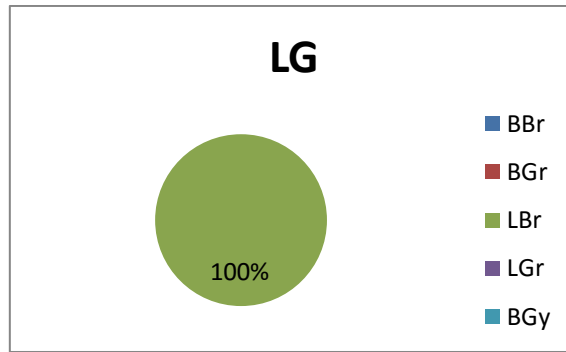
COMBINACIONS VESTIT	
BB	Blue and Black (blau i negre)
WG	White and Gold (blanc i daurat)
LB	Lilac and Black (lila i negre)
LBr	Lilac and Brown (lila i marró)
BG	Blue and Gold (blau i daurat)
BBr	Blue and Brown (blau i marró)
BGr	Blue and Green (blau i verd)
LG	Lilac and Gold (lila i darat)
LGr	Lilac and Green (lila i verd)
WGr	White and Green (blanc i verd)
WBr	White and Brown (blanc i marró)

RESULTATS COMBINACIONS VESTIT		%
BB	54	42,86
WG	20	15,87
LB	12	9,52
LBr	8	6,35
BG	10	7,94
BBr	14	11,11
BGr	3	2,38
LG	1	0,79
LGr	2	1,59
WGr	1	0,79
WBr	1	0,79
TOTAL		
126		



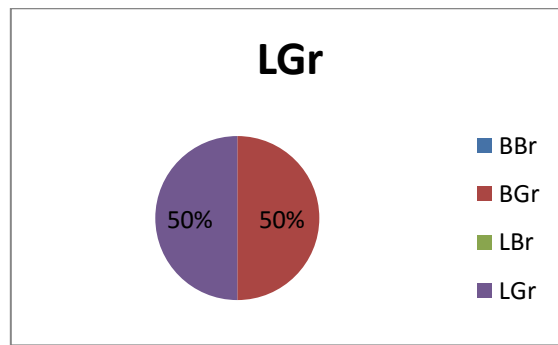
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els participants que han vist els colors del vestit *blau i verd*, han vist també els píxels de diferents colors. El 67% ha vist els píxels, ensenyats individualment, dels colors *blau i marró* i el 33% de la unió de *blau i verd*.



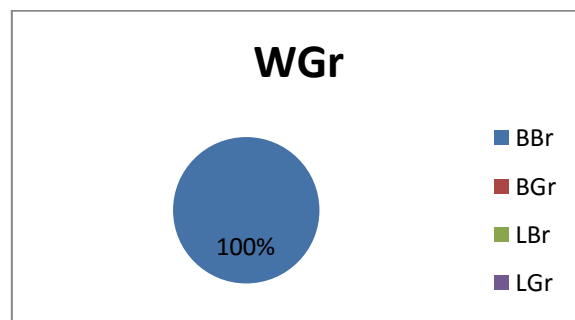
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

La combinació del vestit LG, *lila i daurat*, s'ha relacionat amb la visió dels píxels dels colors *lila i marró*.



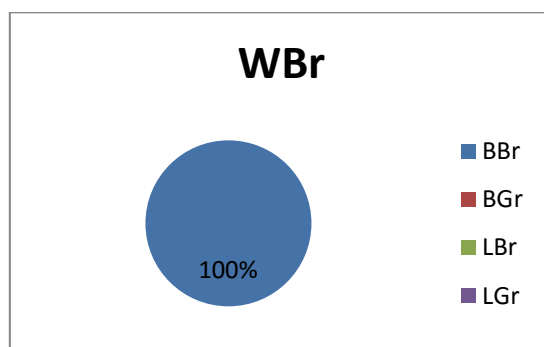
Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

Els participants que han vist el vestit *lila i verd* han vist els píxels, mostrats en un context senzill, de dues combinacions cromàtiques diferents. El primer 50% del conjunt format pels colors *lila i verd* i l'altre 50% per la unió *blau i verd*.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

La combinació del vestit WGr, *blanc i verd*, s'ha relacionat amb la visió dels píxels dels colors *blau i marró*.



Les gràfiques circulars representen els % arrodonits, localitzats a la taula.

La combinació del vestit WBr, *blanc i marró*, s'ha relacionat amb la visió dels píxels dels colors *blau i marró*.

f. Tercera part . Anàlisi de l'article de la revista *Cortex*

ARTICLE

The Brain's Dress Code: How The Dress allows to decode the neuronal pathway of an optical illusion Lara Schlaffke, Anne Golisch, Lauren M. Haag, Melanie Lenz, Stefanie Heba, Silke Lissek, Tobias Schmidt-Wilcke, Ulf T. Eysel, Martin Tegenthoff PII: S0010-9452(15)00322-6
DOI: [10.1016/j.cortex.2015.08.017](https://doi.org/10.1016/j.cortex.2015.08.017)

Reference: CORTEX 1580

To appear in: *Cortex*

Received Date: 20 April 2015

Revised Date: 9 July 2015

Accepted Date: 26 August 2015

Please cite this article as: Schlaffke L, Golisch A, Haag LM, Lenz M, Heba S, Lissek S, Schmidt-Wilcke T, Eysel UT, Tegenthoff M, The Brain's Dress Code: How The Dress allows to decode the neuronal pathway of an optical illusion, *CORTEX* (2015), doi: 10.1016/j.cortex.2015.08.017.

This is a PDF file of an unedited manuscript that has been accepted for publication. As a service to our customers we are providing this early version of the manuscript. The manuscript will undergo copyediting, typesetting, and review of the resulting proof before it is published in its final form. Please note that during the production process errors may be discovered which could affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

The Brain's Dress Code:

How The Dress allows to decode the neuronal pathway of an optical illusion

Authors:

Lara Schlaffke*, Anne Golischa*, Lauren M. Haaga*, Melanie Lenza, Stefanie Heba⁵,
Silke Lisseka, Tobias Schmidt-Wilcke, Ulf T. Eysel^b, Martin Tegenthoff^a

Affiliations:

a 10 Department of Neurology, BG University Hospital Bergmannsheil, Bürkle-de-la-Camp-Platz 1, 44789 Bochum, Germany.

b 12 Department of Neurophysiology, Faculty of Medicine, Ruhr University Bochum, MA 4, Universitätsstr. 150, 44801 Bochum, Germany* authors contributed equally

Corresponding Author:

Lauren M. Haag 31 Department of Neurology BG University Hospital Bergmannsheil Bochum
Bürkle-de-la-Camp-Platz 1 44789 Bochum Germany

Email: lauren.haag@rub.de

Tel: +49(0)234 302 3528

Fax: +49(0)234 302 6888

Abstract

Optical illusions have broadened our understanding of the brain's role in visual perception. A modern day optical illusion emerged from a posted photo of a striped dress, which some perceived as white and gold and others as blue and black. Here we show, using functional magnetic resonance imaging (fMRI), that those who perceive The Dress as white/gold have higher activation in response to the image of The Dress in brain regions critically involved in higher cognition (frontal and parietal brain areas). These results are consistent with the theory of top-down modulation and present a neural signature associated with the differences in perceiving The Dress as white/gold or blue/black. Furthermore the results support recent psychophysiological data on this phenomenon and provide a fundamental building block to study interindividual differences in visual processing.

Keywords: optical illusion; color processing; The Dress; top-down modulation; Retinex Theory

Introduction

After Caitlin McNeill (<http://swiked.tumblr.com/post/112073818575/guys-please-help-meis53thisdress-white-and>) posted a picture of a striped dress (Figure 1) on Tumblr, a worldwide discussion ensued. Some perceived The Dress as blue and black while others perceived it as white and gold. This phenomenon, where two groups perceive the same object differently, has been discussed in recent studies. The importance of illumination and reflectance, among other picture properties, in The Dress (Gegenfurtner, Bloj, and Toscani, 2015; Lafer-Sousa, Hermann, and Conway, 2015; Winkler, Spillmann, Werner, and Webster, 2015) are also reflected in more general principles of vision research. These general principles highlight the importance of higher cognition in colour perception. Examples include colour constancy (Hurlbert, 2007; Barbur and Spang, 2008; Foster, 2011), in which two colours that are physically different are perceived as identical (e.g. Necker Cube; Necker 1832), ambiguous forms (e.g. Rubin's face-vase illusion; Rubin, 1915), and contextual integration (Shevell and Kingdom, 2008). Under the given context of The Dress, the combination of the stripes and the bright background under

ambiguous illumination necessitates additional assumptions based on previous experiences. The goal of the present study was to provide evidence that the perceptual differences related to The Dress can also be reflected in BOLD-related brain activation, as measured by functional magnetic resonance imaging (fMRI). This allows for the opportunity to investigate neural correlates underlying the observed differences in colour perception, and may provide insight into open questions in visual neuroscience concerning the computation of complex visual scenes.

2 Material and methods

This study was approved by the local ethics board of the Ruhr University Bochum (Approval Number: 15-5261) and was carried out in accordance with the Declaration of Helsinki. Using fMRI (3T Philips Achieva, T2*-weighted, TR/TE 2500/35 ms, 256 x 256 matrix, 3 mm slice thickness no gap), we presented visual stimuli using MR-compatible LCD goggles (resolution: 800*600 pixels) and Presentation® software (Version 14, Neurobehavioral Systems, Inc., Berkeley (CA), USA). Twenty-eight subjects were recruited via local advertisement (see Supplementary Material and Methods). Fourteen subjects (four males, mean age 29.6 years) perceived The Dress as white/gold and 14 (eight males, mean age 28.5 years) as blue/black. We employed a pseudorandomised block design including five blocks each of a fixation cross, the image of The Dress (upright and horizontally-oriented to exclude orientation-based influences) and a photo of two squares matched to two colours in The Dress photo to exclude general differences in colour perception (Figure 2). See Supplementary Material and Methods for a more detailed description.

All participants had normal or corrected to normal vision. Participants were tested with Ishihara tables to exclude red-green and blue-yellow deficits. Before model specification, preprocessing of functional images was performed using SPM8 (Wellcome Department of Cognitive Neurology, University College, London, UK) running on a Matlab R2008a (The Mathworks Inc., Natick (MA), USA) platform and included unwarping, realignment, spatial normalisation to the same stereotactic space (using SPM EPI-template) and spatial smoothing (FWHM: 6 mm). In a first-level analysis, the duration of each stimulus trial was convolved with the hemodynamic response function (HRF) (Friston, Holmes, Worsley, Poline, Frith et al., 1995), with regressors for The Dress and the Colour conditions. Six motion parameters (three for rotation 100 and three for 101 translation) were added as nuisance variables to the first level analyses and contrast images were generated for both groups (Dress > Colour). In a second level random effects analysis these contrast images were compared between the

groups using a two-sample t-Test. Significance was set at a peak voxel level of $p < 0.001$ with an FDR cluster correction $p < .05$.

Due to the investigatory nature of this study, we also report the uncorrected clusters ($k = 15$ voxel) and refer to these in the manuscript as 'additional activation'.

3 Results

Unpaired t-tests comparing group differences in BOLD activation to The Dress vs. Colour blocks [(white/gold: Dress > Colour) > (blue/black: Dress > Colour)] revealed an increased BOLD response in the white/gold group in the middle frontal gyrus (MFG), inferior and superior parietal lobule (IPL/SPL), middle temporal gyrus (MTG) and inferior frontal gyrus (IFG) (FDR cluster corrected, see Table 1). The increased BOLD response was present in all individuals in the white/gold group (eigenvariates for FDR corrected clusters are shown in Figure 3); there were no brain regions with enhanced activation in the blue/black group. No differences were seen in the unpaired t-tests comparing group differences in BOLD activation to colour block vs. Fixation cross [(white/gold: Colour > Fixation) vs. (blue/black: Colour > Fixation)].

Additional activation clusters (peak voxel $p < .001$ uncorrected, $k = 15$) can be found in Table 1. No activation differences between groups were observed for the comparison Colour > Fixation.

Supplementary Table 1

Direct comparisons of white/gold and blue/black groups in Dress > Colour Block contrast (two122 sample tests, $t = 3.435$, extent threshold $k = 15$ voxel).

white/gold > blue/black								
Area	BA	Hem	x	y	z	t-value	Voxel	p-value (FDR corr)
IPL / SPL		L	-46	-54	43	5,83	381	< .000
MFG		L	-36	22	52	5,78	251	< .001
IFG	47	L	-40	26	-20	5,29	134	< .05
MTG	21	L	-66	-36	-2	4,50	126	< .05
IFG		L	-52	20	4	5,00	72	> .05
MFG	6	L	-6	-12	76	4,71	15	> .05
Fusiform Gyrus		R	44	-76	-17	4,63	21	> .05
MTG		L	-50	-28	-8	4,60	15	> .05
Caudate		L	-16	-10	19	4,58	18	> .05
Supp_Motor		L	-6	14	70	4,42	45	> .05
Mid Occipital / V2		L	-30	-92	-5	4,26	38	> .05
MFG		L	-34	42	13	4,26	15	> .05
SFG	8	L	-4	38	58	4,20	18	> .05
Lingual / V4 ¹		L	-24	-60	-8	4,19	15	> .05
Cerebellum		L	-26	-58	-23	4,14	26	> .05
Cingulate Gyrus		R	16	-6	40	4,06	16	> .05
MOG		R	54	-70	-8	3,98	25	> .05
blue/black > white/gold								
	BA	Hem	x	y	z	t-value	Voxel	p-value (FDR corr)
White matter		R	42	-14	-11	4,55	28	> .05

¹Tanabe, Sakai, Morito, Kochiyama, and Sadato (2010)

4 Discussion

We used BOLD fMRI to identify neurophysiological correlates underlying the perceptual differences related to The Dress. Our results show differential activation in response to The Dress in frontal (IFG, MFG), parietal (IPL/SPL), and temporal (MTG) areas. This is the first evidence that the perceptual differences related to The Dress can also be reflected in BOLD136 related brain activation.

Visual perception is understood to be a combination of physical input and cortical processing, as described by the Retinex Theory (Land, 1977). In the colour block condition, a fundamental physical input, there were neither significant differences in naming the colours of the colour blocks nor in brain activation between the groups (see Supplementary Material and Methods). Within the context of The Dress, a notably more complex stimulus, those same colours evoked differences in perception as well as differences in brain activation. Brain activation, therefore, may reflect perception in the case of The Dress. The differentially activated areas evoked by The Dress have also been shown to be involved in higher cognition (e.g. attention: IFG, 145 IPL/SPL, decision making: IPL/SPL), suggesting a role of top-down modulation in perception of The Dress. The role of top-down modulation in visual perception is integral in the Reverse Hierarchy Theory of explicit perception (see Hochstein & Ahissar, 2002 for review). This theory postulates that the conscious perception of a scene begins only after processing has reached higher cortical levels. At this initial conscious perception, one can interpret the general scene

but details of the scene are not accessible, termed *vision at a glance*. Thereafter, processing requires top-down modulation to include the details of the scene, termed *vision with scrutiny*. The Dress evokes an immediate perception (i.e. vision at a glance) and this perception is not affected by examining the details (i.e. vision with scrutiny). Therefore, in line with the theory, it is likely that top-down influences play a role in perceiving the colour of The Dress.

Top-down mechanisms are also integral in optical illusions. Many parallels can be drawn between perceptual differences evoked by The Dress and those evoked by optical illusions (Eysel, 2003; Perna, Tosetti, Montanaro, and Morrone, 2005). Many optical illusions represent bistable perceptions, as exemplified by the face-vase illusion (Rubin, 1915). The bistability derives from ambiguities in a stimulus, representing a conflict between two perceptions. Brain imaging has shown that frontal (IFG) and parietal (SPL) brain regions (Weilnhammer, Ludwig, Hesselmann, and Sterzer, 2013; Vernet, Brem, Farzan, and Pascual-Leone, 2015) play a role in resolving this conflict. This relies on a decision based on previous experience and knowledge to match incoming perceptions to learned expectations (Alink, Schwiedrzik, Kohler, Singer, and Muckli, 2010; Purves, Wieder, and Lotto, 2003). While our data do not support a major role of bottom-up processing, they also cannot exclude it. Therefore, future studies combining brain imaging, psychophysics, as well as neuropsychological testing are needed.

There are some limitations that need to be addressed. First of all, due to the cross-sectional nature of this study, these data do not allow for any cause-effect analysis. We therefore cannot provide evidence for the question of whether the illusion occurred due to a greater activation in the mentioned brain regions, or whether the greater activation in the brain regions occurred due to the illusion. Secondly, there were no stimulus-independent predictors of behavior included in this study and therefore we cannot discount an epiphenomenal nature of the relationship. Future studies investigating structural differences in grey (Voxel-based morphometry) and white matter (e.g. Diffusion imaging) could provide predictive measures of the observed perceptual differences. Neuromodulatory interventions, such as transcranial magnetic stimulation (TMS), transcranial direct current stimulation, and real-time fMRI with neurofeedback, may shed light on the influence of brain activity on the perception. By targeting frontal and parietal regions with TMS, for example, Vernet et al. (2015) could induce both perceptual and neurophysiological changes in bistable images. Thus, it may be interesting to apply a similar approach to see if modulating regions identified in this study, such as the MFG, IFG, MTG, 180 and/or IPL/SPL, would also have an effect of how one perceives The Dress. In summary, our neurophysiological data support recent psychophysiological studies reporting that higher cognition is involved in perceptual differences related to The Dress. Specifically, we

provide evidence for a network of brain regions whose differential activation reflects group differences in perception. Thereby, we provide targets for future research on the role of these areas in interpreting complex scenes.

Acknowledgements:

We sincerely thank Dr. Hubert Dinse for valuable discussions and helpful comments.

This work was supported by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (SFB 874 Part A1 to MT and ML, SFB 874 Part A2 to UTE, SFB 874 Part A8 to TSW and LS; DFG Research Unit 1581 to SL, MT, and AG). LMH received support from the Mercator Research Center Ruhr (MERCUR Pr-2014-0017). SH was supported by DGUV- FP 365. Authors have no conflicts of interest to declare. We thank PHILIPS Germany for continuous scientific support.

Author Contributions

LMH, LS, AG: responsible for concept, principle investigators, drafted manuscript ML, SH, SL, TSW, UTE: made critical revisions MT: responsible for concept and made critical revisions

References

- Alink, A., Schwiedrzik, C. M., Kohler, A., Singer, W., and Muckli, L. (2010). Stimulus predictability reduces responses in primary visual cortex. *J. Neurosci.* *30*, 2960–6.
- Barbur, J. L., and Spang, K. (2008). Colour constancy and conscious perception of changes of illuminant. *Neuropsychologia* *46*, 853–863.
- Eysel, U. T. (2003). Neuroscience. Illusions and Perceived Images in the Primate Brain. *Science*. *302*, 789–791.
- Foster, D. H. (2011). Color constancy. *Vision Res.* *51*, 674–700.
- Friston, K. J., Holmes, A. P., Worsley, K. J., Poline, J. P., Frith, C. D., and Frackowiak, R. S. J. (1995). Statistical parametric maps in functional imaging: A general linear approach. *Hum. Brain Mapp.* *2*, 189–210.
- Gegenfurtner K.R., Bloj M., and Toscani M. (2015). The many colours of ‘the dress’. *Curr. Biol.* *25*, 13, R543-R544.
- Hochstein, S., and Ahissar, M. (2002). View from the Top : Hierarchies and Reverse Hierarchies 231 Review. *36*, 791–804.
- Hulbert, A. (2007) Colour constancy. *Curr. Biol.* *17*, R906-R907.
- Lafer-Sousa R., Hermann, K.L., and Conway, B.R. (2015). *Curr. Biol.* *25*, 13, R545-R546.
- Land, E. H. (1977). The Retinex Theory of Color Vision The Retinex Theory of Color Vision. *Sci. Am.* *237*, 108–128.

Necker, L. A. (1832). LXI. Observations on some remarkable 236 Optical Phaenomena seen in Switzerland; and on an Optical Phaenomenon which occurs on viewing a Figure of a Crystal or geometrical Solid. *Philos. Mag. J. Sci.* *1*, 329–337.

Perna, A., Tosetti, M., Montanaro, D., and Morrone, M. C. (2005). Neuronal Mechanisms for Illusory Brightness Perception in Humans. *Neuron* *47*, 645–651.

Purves, D., Wiedner, M. A., and Lotto, R. B. (2003). *Why We See What We Do: An Empirical Theory of Vision* (Sunderland: Sinauer Assn).

Rubin, E. (1915). *Synsoplevede Figurer*. In *Studien I psykologisk analyse* (Copenhagen: Glydendalske).

Shevell, S.K. and Kingdom, F.A. (2008). Color in complex scenes. *Annu. Rev. Psychol.* *59*, 143–166.

Tanabe, H. C., Sakai, T., Morito, Y., Kochiyama, T., and Sadato, N. (2010). Neural Correlates and Effective Connectivity of Subjective Colors during the Benham’s Top Illusion: A Functional MRI Study. *Cereb. Cortex* *21*, 124–133.

Vernet, M., Brem, A.-K., Farzan, F., and Pascual-Leone, A. (2015). Synchronous and opposite roles of the parietal and prefrontal cortices in bistable perception: A double-coil TMS-EEG study. *Cortex.* *64*, 78–88.

Weilnhammer, V. a, Ludwig, K., Hesselmann, G., and Sterzer, P. (2013). Frontoparietal cortex mediates perceptual transitions in bistable perception. *J. Neurosci.* *33*, 16009–15.

Winkler A.D., Spillmann, L., Werner, J.S., and Webster, M.A. (2015). Asymmetries in blue yellow color perception and in the color of ‘the dress’. *Curr.Biol.* *25*, 13, R547-R548.

Supplementary Material and Methods

All subjects were given a forced-choice: “Welche Farbe hat dieses Kleid? Ist es blau/schwarz oder weiß/gold?” The English translation is: “What is the colour of this dress? Is it blue/black or white/gold?” Subjects who did not align with one of the two choices were excluded. All subjects were shown the same printout on paper (see Figure 1) and electronically on the MR-compatible LCD goggles before scanning to control for media-related as well as novelty effects. With this, all subjects were exposed to the stimulus multiple times before scanning. While in the scanner, subjects were verbally instructed at the beginning of the session (without further visual prompting during the scan) to mentally answer the question “Welche Farbe siehst du?”. The English translation is: “What colour do you see?”. Subjects were additionally asked directly following the scan whether they had any changes in perception during the scanning session. No switches were reported.

g. Documents model utilitzats per recollir la informació dels individus

TREBALL DE RECERCA: Percepció cromàtica

Claudia Giménez Montes, 2n de Batxillerat

El document següent ha estat elaborat per recollir la informació personal i cultural de cada participant que serà utilitzada en un estudi del *Treball de Recerca* sobre la percepció dels colors.

Les taules següents s'han d'omplir amb dades personals verdaderes i fiables, la informació que s'extraurà és totalment anònima i confidencial.

En cas d'haver diferents opcions encercla la convenient o escriu-ne una, si creus que algun apartat no es convenient no cal respondre'l.

FITXA D'INFORMACIÓ PERSONAL	
Sexe	Masculí Femení
Data de naixement	
Color d'ulls	
Color del cabell	
Alteracions oculars i de la vista	
Malalties	
Estat emocional actual	Exemples: (alegre, content, trist, enfadat, desil·lusionat, afortunat, avorrit, cansat, motivat, dèbil, gelós, impacient...)

Grup classe: _____ Hora: _____

Data: _____ Llum: _____

TEST DE VISIÓ CROMÀTICA: TEST ISHIHARA (deficiències vermell-verd)

Làmina	Visió normal		Deficiències vermell-verd		Acromatòpsia		Comentaris
	Model	Resultats	Model	Resultats	Model	Resultats	
1	12		12		12		
2	8		3		x		
3	6		5		x		
4	29		70		x		
5	57		35		x		
6	5		2		x		
7	3		5		x		
8	15		17		x		
9	74		21		x		
10	2		x		x		
11	6		x		x		
12	97		x		x		
13	45		x		x		
14	5		x		x		
15	7		x		x		
16	16		x		x		
17	73		x		x		
18	x		5		x		
19	x		2		x		
20	x		45		x		
21	x		73		x		
22	26		6*	2*	x		
23	42		2*	4*	x		
24	35		5*	3*	x		
25	96		6*	9*	x		

- La marca x significa que la làmina no pot ser llegida
- L'espai blanc indica que la làmina és indefinida
- Els números amb asterisc (*) seran interpretats segons informació detallada.

TEST D'ANÀLISI DELS PÍXELS I DEL VESTIT

	COLOR OBSERVAT	
	Fons negre	Fons blanc
Píxel 1		
Píxel 2		
Píxel 3		
Píxel 4		
Píxel 5		
Vestit		
Primera observació del vestit		