



MÀSTER EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

TREBALL FINAL DE MÀSTER

CRIBRATGE DE VISIÓ DEL COLOR I ADMINISTRACIÓ DE QÜESTIONARI SOBRE DALTONISME A MESTRES I PARES DE NENS DE P5 I DE PRIMER CURS DE PRIMÀRIA

CARLA REDÓN MOLDÓN

MIREIA PACHECO CUTILLAS I AURORA TORRENTS GÓMEZ

DATA DE LECTURA
25 DE OCTUBRE DE 2017



MÀSTER EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

Les Sres. Mireia Pacheco Cutillas i Aurora Torrents Gómez, com a directores del treball,

CERTIFIQUEN

Que el/la Sr./Sra. Carla Redón Moldón ha realitzat sota la seva supervisió el treball CRIBRATGE DE LA VISIÓ DEL COLOR I ADMINISTRACIÓ DE QÜESTIONARI SOBRE EL DALTONISME A PARES DE NENS DE P5 I DE PRIMER CURS DE PRIMÀRIA que es recull en aquesta memòria.

I per a què consti, signo/signem aquest certificat.

Mireia Pacheco Cutillas
Tutor/a del trabajo

Aurora Torrents Gómez
Director/a del trabajo

Terrassa, 25 d' Octubre de 2017



MÀSTER EN OPTOMETRIA I CIÈNCIES DE LA VISIÓ

CRIBRATGE DE VISIÓ DEL COLOR I ADMINISTRACIÓ DE QÜESTIONARI SOBRE DALTONISME A MESTRES I PARES DE NENS DE P5 I DE PRIMER CURS DE PRIMÀRIA

RESUM

L'objectiu d'aquest treball és la validació de dos qüestionaris dissenyats per a la detecció precoç de discromatòpsies en infants. Els qüestionaris, dirigits a pares i mestres, consisteixen en vuit preguntes relatives als comportaments típics dels infants que pateixen anomalies de la visió del color, dins l'entorn escolar o familiar.

A tal fi, s'ha avaluat la visió del color, mitjançant el Test de Ishihara, de 405 infants de 5-6 anys (P-5 i 1r de Primària), procedents de 5 escoles. Els resultats obtinguts han servit per determinar l'existència de discromatòpsia i s'han contrastat amb les respostes dels qüestionaris abans esmentats a pares i mestres.

S'ha obtingut una prevalença del ♂5.92% i ♀1.23% d'anomalies cromàtiques. La baixa sensibilitat dels qüestionaris (tutors:0; pares/mares: 0.23) invalida aquests com a element per a la detecció precoç de discromatòpsies en infants. Aquesta falta de sensibilitat es pot relacionar amb que avui en dia s'és més permissiu a l'hora de pintar objectes, persones i/o animals en colors diferents de la realitat i per tant, els pares i mestres és normal que no es sorprenen si els infants no pinten o relacionen els colors correctament.



MÁSTER EN OPTOMETRÍA Y CIENCIAS DE LA VISIÓN

CRIBADO DE VISIÓN DEL COLOR Y ADMINISTRACIÓN DE CUESTIONARIO SOBRE DALTONISMO A MAESTROS Y PADRES DE NIÑOS DE P5 Y DE PRIMER CURSO DE PRIMARIA

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es la validación de dos cuestionarios diseñados para la detección precoz de discromatopsias en niños. Los cuestionarios, dirigidos a padres y maestros, consisten en ocho preguntas relativas a los comportamientos típicos de los niños que sufren anomalías de la visión del color, dentro del entorno escolar o familiar.

A tal fin, se ha evaluado la visión del color, mediante el Test de Ishihara, de 405 niños de 5-6 años (P-5 y 1º de Primaria), procedentes de 5 escuelas. Los resultados obtenidos han servido para determinar la existencia de discromatopsia y se han contrastado con las respuestas de los cuestionarios antes mencionados a padres y maestros.

Se ha obtenido una prevalencia del ♂5.92% y ♀1.23% de anomalías cromáticas. La baja sensibilidad de los cuestionarios (maestros: 0; padres/madres; 0.23) no valida estos como elemento para la detección precoz de discromatopsias en niños. Esta falta de sensibilidad puede relacionarse con que hoy en día se es más permisivo en la hora de pintar objetos, personas y / o animales en colores diferentes de la realidad y por tanto, los padres y maestros es normal que no se sorprenden si los niños no pintan o relacionan los colores correctamente.



MASTER IN OPTOMETRY AND VISION SCIENCES

**COLOUR VISION SCREENING AND ADMINISTRATION OF
DALTONISM QUESTIONNAIRE FOR TEACHERS AND PARENTS
OF CHILDREN OF PRESCHOOL 5 AND PRIMARY 1**

SUMMARY

The objective of this study is the validation of two questionnaires designed for the early detection of colour vision anomalies in children. The questionnaires, addressed to parents and teachers, consisted of 8 questions related to young children typical behaviours, in the school or family environment, who suffer from colour vision deficiencies.

A group of 405 young children (5-6- year- old; Preschool 5 and Primary 1), from 5 schools were tested using the Ishihara Colour Vision Test. The results obtained have been used to determine the existence of colour vision anomalies and have been contrasted with the responses from the above-mentioned questionnaires to parents and teachers.

A prevalence of ♂5.92 and ♀1.23% of chromatic anomalies was found. The low sensitivity of the questionnaires (teachers: 0; parents: 0.23) invalidates these as an element for early detection of colour vision defects in young children. This lack of sensibility can be related to the fact that today it is more permissive when it comes to painting objects, people and / or animals in different colours from the reality and therefore, parents and teachers are not surprised at all if young children do not paint a drawing or relate colours correctly.



ÍNDEX

1	MARC TEÒRIC.....	1
1.1	Visió del color.....	1
1.2	Anomalies visió del color.....	2
1.3	Anomalies de la visió del color en nens, impacte en el seu aprenentatge.....	4
1.4	Avaluació clínica de la visió del color.....	6
2	OBJECTIUS.....	12
2.1	Objectius específics.....	12
3	METODOLOGIA.....	13
3.1	Selecció de la mostra.....	13
3.2	Material.....	13
3.3	Protocol de Mesura.....	13
3.4	Qüestionaris i entrevistes.....	14
3.5	Anàlisi de dades.....	17
4	RESULTATS.....	18
4.1	Prevalença d'anomalies cromàtiques.....	18
4.2	Adequació làmines Test Ishihara.....	19
4.3	Resultat de la sensibilitat i especificitat dels qüestionaris dels tutors/es.....	21
4.4	Resultat de la sensibilitat i especificitat dels qüestionaris dels pares/mares.....	25
4.5	Sensibilitat i especificitat dels qüestionari.....	29
5	DISCUSSIÓ.....	32
5.1	Prevalença d'anomalies cromàtiques.....	32
5.2	Prevalença d'errors segons la làmina del Test d'Ishihara.....	32
5.3	Resultat de la sensibilitat dels qüestionaris dels tutors/es.....	33
5.4	Resultat de la sensibilitat dels qüestionaris dels pares/mares.....	35
5.5	Sensibilitat i especificitat dels qüestionari.....	36
6	CONCLUSIONS.....	39
7	BIBLIOGRAFIA.....	41

1. MARC TEÒRIC

1.1. VISIÓ DEL COLOR

El color és una qualitat de la percepció visual molt present al nostre medi ambient. Interactuem amb ell cada vegada que observem el color d'un semàfor, triem la roba o apreciem els colors d'una pintura, per exemple. També, inculquem els colors amb significats especials (per exemple, el vermell és perill; el verd, ecologia). Per tant, es pot dir que el color fa més que afegir bellesa a les nostres vides, compleix funcions importants de senyalització, tant naturals com apreses pels éssers humans.

Els colors ens ajuden a identificar i classificar les coses; sabem que un plàtan està madur pel seu color. La visió del color també millora el contrast dels objectes ajudant-nos a detectar objectes que en cas contrari poden quedar ocults pel seu entorn (Goldstein, 1998).

Tanaka i Presnell (2001) van demostrar que els observadors que discriminaven els colors de manera adequada distingien els objectes de forma més ràpida i precisa (Tanaka et al., 2001).

Per tenir una visió normal del color cal tenir tres tipus de fotoreceptors a la retina, els quals han de ser capaços d'absorbir les longituds d'ona compreses en l'espectre visible (480nm-780nm). Aquests tres tipus de fotoreceptos, es poden classificar segons les longituds d'ona que absorbeixen: Cons L, Cons M i Cons S (Stockman et al., 1993; Fairchild, 2013).

Aquesta *teoria tricromàtica* va ser proposada per Thomas Young, la qual anys més tard va ser corroborada per Maxwell (1861) i Helmholtz (1856). Young va corroborar que els tres colors (vermell, verd i blau) eren suficients per produir qualsevol color realitzant la combinació adequada.

Tot i l'existència de tres tipus de cons, hi ha fenòmens relacionats amb la percepció cromàtica difícils d'explicar. Per aquest motiu, Ewald Hering (1878) va proposar la *teoria dels processos oponents*. Hering va observar que no es pot percebre un groc blavós o un vermell verdós, determinant que el blau i el groc eren colors oposats, així com el vermell i el verd. Així doncs, va concloure que el sistema visual funcionava a partir d'un procés d'oposició de colors. (Kandel et al., 1996).

Actualment, se sap que les dues teories (la tricromàtica i la dels processos oponents) intervenen en el procés de la percepció cromàtica: la tricromàtica explica el procés retinal de la visió, mentre que la dels colors oponents explica part del procés cortical visual.

Parlem de visió tricromàtica normal dels colors quan la persona posseeix aquests tres tipus de fotopigments a la seva retina i aquests funcionen a la perfecció . Però no sempre una persona tricromàtica té una visió normal dels colors, ja que hi ha alguns casos en què un individu té els 3 fotopigments funcionals però un d'ells presenta l'espectre d'absorció desplaçat. Aquest fet s'anomena tricromatisme anòmal (Kaiser, 1996).

1.2. ANOMALIES DE LA VISIÓ DEL COLOR

La deficiència de la visió del color és la incapacitat de distingir tons de color. El terme “ceguesa al color” es pot utilitzar per descriure aquesta condició visual, però molt poques persones són cegues completament al color.

La majoria de persones amb deficiència en la visió del color poden veure els colors, però amb dificultats per diferenciar entre determinades tonalitats. Per exemple, l'anomalia més comuna és aquella que no diferencien el to vermell del verd (Goldstein, 1998).

Les alteracions de la visió del color són el resultat de mutacions genètiques que afecten l'expressió de la dotació completa dels cons normals, poden ser degudes a una anomalia o a l'absència d'un d'aquests cons. Generalment es classifiquen segons el nombre i tipus de cons afectats. Per anomenar aquests trastorns s'han definit uns prefixes i sufixes que responen, per una part, al tipus de con afectat, i, per una altra banda, al fet de que el trastorn sigui total o parcial.

La nomenclatura introduïda per Von Kries utilitzant paraules gregues és la elegida per referir-se als defectes de la visió del color: quan el defecte es troba en el con L, el prefix utilitzat és “protan-” (manca del fotoreceptor Eritrolabo); quan es troba en el con M, ens referim a “deutan-” (manca del fotoreceptor Clorolabo); i per defectes en els cons S, “tritan-” (manca del fotoreceptor Cianolabo). A més, parlarem de “- anomalia” quan es tracti d'una dificultat per reconèixer un color primari (quan existeix una alteració d'un fotopigment), i de “-anopia” quan sigui impossible (per una absència d'un dels fotopigments)(Stockman, 1993).

La deficiència en la visió del color és un dels trastorns més comuns de la visió i es pot dividir en formes congènites i adquirides. En la majoria de casos és congènit, afectant gairebé al 8% dels homes i al 0,5% de les dones (Birch, 2014). La diferència en la prevalença reflecteix el fet que la deficiència congènita de la visió del color s'hereda d'una manera recessiva lligada al cromosoma X. Tot i així, algunes patologies poden ocasionar una possible anomalia en la visió cromàtica, anomenada discromatòpsia adquirida (Simunovic, 2010).

- Defectes adquirits

Les alteracions en la visió del color adquirides, solen ser degudes a algunes patologies oculars o inclús sistèmiques, un trauma o degut als efectes secundaris de certs fàrmacs o drogues i a l'exposició a toxines químiques. El grau d'afectació en cada ull pot ser diferent i inclús pot estar present només en un ull.

A diferència de les discromatòpsies congènites, aquests tipus d'alteracions poden aparèixer al llarg de la vida, sent el defecte més freqüent el blau-groc, tot i la possibilitat de tenir un defecte amb el vermell-verd.

L'afectació pot progressar o ser reincident en funció de la causa, poden presentar fins i tot signes d'agudesa visual reduïdes o defectes en el camp visual. L'observador pot recordar el que és veure en color, a pesar d'això anomenarà malament els colors. Les deficiències de la visió del color no poden ser corregides amb l'ús d'ulleres amb filtres de colors, o lents de contacte, o qualsevol altre tipus d'ajuda. En alguns casos, els filtres de color poden ajudar en algunes tasques millorant la diferència de brillantor entre colors que són vistos com a idèntics per un dicròmata o un tricròmata anòmal (Simunovic, 2016).

- Defectes congènits:

Els defectes congènits de la visió del color són constants, fàcils de classificar, idèntics en ambdós ulls i no canvien amb el pas dels anys. Les confusions són evidents durant la prova d'avaluació de la Visió del Color. Aquests subjectes presenten bona agudesa visual i normalment anomenen bé els color, ja que des de la infància han intentat utilitzar la terminologia més acurada possible (Pokorny, 1979).

Així doncs, les anomalies congènites queden classificades de la següent manera:

- **Tricròmates anòmals:** els tres tipus de cons estan presents en la retina, però un d'ells és anòmal. Es poden diferenciar en:

1. Protanomalia (cons L anòmals)
2. Deuteranomalia (cons M anòmals)
3. Tritanomalia (cons S anòmals)

- **Dicròmates:** absència d'un dels fotopigments. Es poden diferenciar en:

1. Protanopia (cons L absent)
2. Deuteranomalia (cons M absent)
3. Tritanomalia (cons S absent)

➤ **Daltonisme**

El Daltonisme és el terme més comunament utilitzat per a la deficiència cromàtica vermell-verd, ja sigui per l'absència dels cons L o M (dicròmats) o la presència d'aquests però amb una alteració de l'espectre d'absorció (tricròmates anòmals). En ambdós casos, la causa subjacent és una alteració en l'estructura genòmica dels gens dels cons L i M, i se sap que els gens que codifiquen aquesta opsina es localitza en el cromosoma X, exactament en el cromosoma 23, al qual té un caràcter lligat al sexe. El Daltonisme és una anomalia hereditària que es troba freqüentment en poblacions caucàsiques en aproximadament el 8% dels homes i el 0.4% de les dones (Benjamin, 2006).

El caràcter d'aquest gen és recessiu, això significa que les dones (XX) necessiten tenir els seus dos cromosomes X mutats per presentar l'alteració cromàtica, però si solament un cromosoma X està afectat en serà, només, portadora. En canvi els homes (XY) al només tenir un cromosoma X i no tenir un cromosoma homòleg, si tenen el cromosoma X afectat, presentaran l'anomalia cromàtica. És per això que hi ha més prevalença d'homes que de dones (Nathans, 1989).

- **Monocròmates:** presència solament d'un tipus de ftopigment.
- **Acròmates:** absència total de cons, només hi ha bastons en la retina.

1.3. ANOMALIES DE LA VISIÓ DEL COLOR EN NENS, IMPACTE EN EL SEU APRENTATGE

Els infants afectats per la discromatòpsia poden presentar dificultats amb el material escolar que poden causar l'etiquetatge per part de professors i companys de nens poc intel·ligents o poc participatius. Els llibres escolars sovint presenten exercicis que poden ser difícils o impossibles de fer per un nen amb anomalies en la visió del color, ja que fan servir el color com a atribut qualitatiu per a respondre l'exercici (Torrents, 2011).

És per això, que el diagnòstic precoç de les alteracions cromàtiques en nens petits permetria minimitzar aquests problemes, millorar la disfunció dels nens i millora, també, la seva planificació professional futura (Pokorny, 1979).

A continuació es mostren exemples extrets de llibres escolars on es plantegen exercicis difícils per un dicròmata.

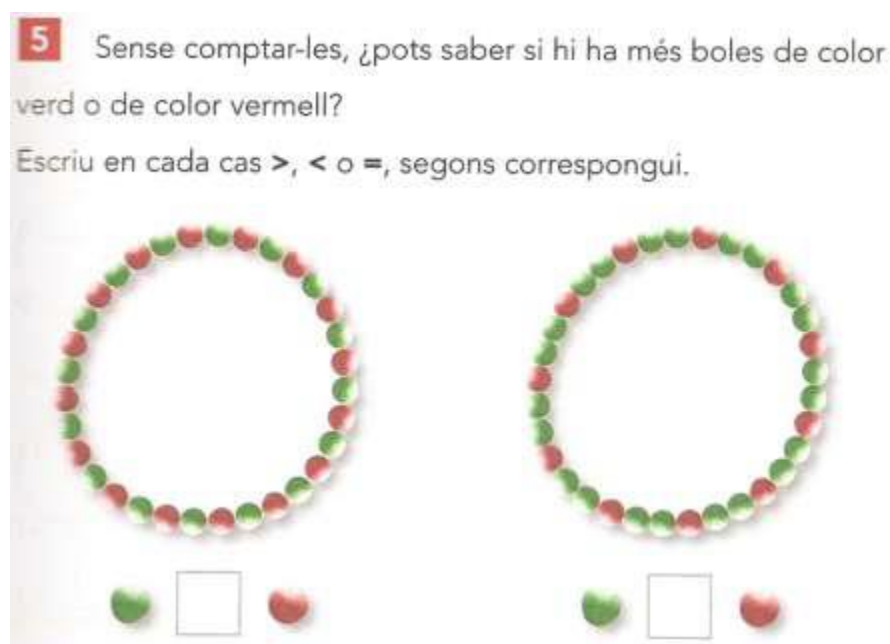


Figura 1. Exercici de matemàtiques



Figura 2. Exercici de matemàtiques

Com es pot observar, el color, pel fet de ser atractiu a la vista, motiva en edats infantils i acostuma a esdevenir un recurs molt aprofitat per tots els professors.

És cert que en el cas de que un adult presenti una alteració en la visió del color congènita, determinar el tipus i grau d'aquesta pot ser rellevant únicament a l'hora de facultar o no al subjecte per a realitzar determinades tasques en les que la visió del color és important. Conèixer l'existència del seu defecte probablement no alterarà de manera significativa la seva vida, ja que estarà habituat a conviure amb aquesta alteració. En nens petits, no obstant, la detecció precoç pot ser determinant a l'hora d'evitar problemes que perjudicaran el seu desenvolupament i educació. S'ha de tenir en compte que la majoria d'informació que contenen els llibres de tests, lectura, consulta etc, apareix codificada en color, el que dificultarà no només l'aprenentatge, sinó també, l'educació i l'entreteniment d'aquests nens amb discromatòpies (Diez et al, 2001).

Altres estudis han determinat aspectes psicològics dels alumnes daltònics. Grassivaro Gallo (2000) va demostrar que els alumnes daltònics estan menys satisfets amb els seus resultats acadèmics que els que tenen una visió del color normal.

Atribueix al daltonisme una tendència a la desconfiança en un mateix, la personalitat defensiva en el joves i fins i tot estats depressius, sobretot quan l'afectat no és conscient de ser daltònic.

Es pot afirmar, per tant, que les diferències entre la percepció normal dels colors i la discromatòpia no es limiten a un fet biològic: el daltonisme no detectat pot originar un desequilibri entre els factors psicològics i socials. Les conseqüències de les discromatòpies es poden manifestar en la vessant psicològica de la persona i en les seves relacions socials.

Molts dels daltònics amb un grau sever d'afectació s'acaben adonant que veuen els colors de manera diferent de com els veu la majoria o la mestre o pares/mares troben comportaments estranys que els alerten de la possible anomalia. De totes maneres, les discromatòpies no sempre resulten evidents, sobretot en el cas de les anomalies més lleus

No obstant, encara avui en dia, com la majoria d'aquestes discromatòpies són hereditàries i no tenen tractament, es consideren anomalies poc importants davant d'altres problemes i no es dona la importància necessària a la seva detecció precoç.

1.4. AVALUACIÓ CLÍNICA DE LA VISIÓ DEL COLOR

El número i varietat de les proves clíniques per l'avaluació de la visió del color que s'ha desenvolupat i publicat al llarg dels anys és enorme. Per això resulta sorprenent que a la pràctica optometria diària siguin poc utilitzats. És important, primer, les necessitats i objectius d'un examen de la visió del color. Es poden classificar en tres categories:

- Detecció de la deficiència congènita o adquirida de la visió del color.
- Diagnòstic del tipus i gravetat de la deficiència cromàtica.
- Avaluació de la importància de la deficiència de la visió del color a l'hora de tenir una vocació o ocupació particular.

De la mateixa manera, la diferents formes de les proves de visió del color, es poden classificar en quatre subtipus :

1. Làmines pseudoisocromàtiques

Es dissenyen utilitzant el principi de Stilling, on s'emascara l'objectiu del fons mitjançant un canvi de luminància. En aquesta prova l'observador ha d'identificar el número, lletra o forma i ho ha de diferenciar del fons basant-se només en el color. La majoria estan dissenyades per a la detecció d'anomalies congènites vermell-verd, solament algunes inclouen dissenys per detectar el blau-groc (Birch, 2001)

Hi ha variàncies d'aquestes proves, però quasi totes es dissenyen amb patrons de punts circulars de diferents colors, formant un objecte, com un número, una C de Landolt o un patró a traçar, el qual una persona amb dèficit de la visió del color no el veu o el veu amb dificultat, mentre que una persona tricromàta el pot discriminar fàcilment (Mercer, 2014). En tots els casos, és molt important les condicions d'il·luminació (normalment llum del dia o il·luminant D65) (Dain, 2004).

Alguns d'aquests test són el test d'Ishihara, el City University i el Tritan Album de Lanthony.

- **Test d'Ishihara**

El test d'Ishihara és àmpliament considerat com la prova més eficaç per detectar discromatòpsies i és el més comunament utilitzat. Es fa servir perquè té una alta sensibilitat i especificitat per aquest fi, però és menys fiable per determinar el tipus i la gravetat de l'anomalia. S'ha de tenir en compte que les làmines es poden desgastar amb el temps, el que requeriria una substitució (Birch, 2011; Dain, 1993). Tot i tenir alta sensibilitat i alta especificitat, s'ha mostrat que els subjectes amb defecte deutan tenen tendència a passar el Test d'Ishihara i que en alguns tricromates normals amb poca discriminació tendeixen a fallar-lo. Aquestes persones amb baixa discriminació dels colors que fallen el test són d'especial interès, ja que fallen només tests en format imprès però passen tests que reproduïen colors espectrals (Dain, 2004).

Està dissenyat per detectar el daltonisme i diferenciar els defectes verd-vermell amb diagnòstic diferencial dels defectes protan i deutan. Les làmines presenten números d'un o dos dígit (aproximadament dues terceres parts de les plaques) i camins per ser rastrejats. Aquests últims estan destinats per al seu ús amb analfabets.

Una contraindicació d'aquest test és que no ofereix informació sobre la severitat del defecte i que no inclou làmines per avaluar els defectes tritan.

Aquest test tampoc permet diferenciar entre els dicròmats i els tricròmats anòmals, ja que ambdós fallen en la majoria de les làmines i no es pot distingir per el número de errors que obtingui, però tot i així permet detectar els defectes protan i deutan (Birch, 1993).

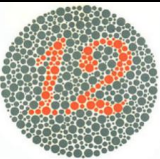


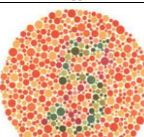
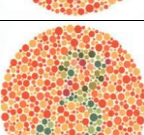
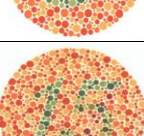
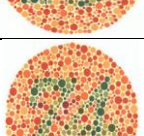

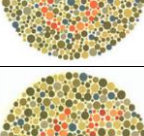

En totes les edicions hi ha una làmina de demostració amb un nombre de dos dígit format per petits cercles de colors sobre un fons format per cercles d'uns altres colors. Aquests colors son triats de manera que tots els observadors amb agudesa 20/200 poden discriminar el número. Les làmines restants, basant-se en principis de pseudoisocromaticitat, serveixen per avaluar i diagnòstic d'alteracions protan i deutan.

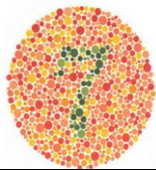
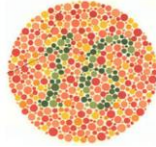
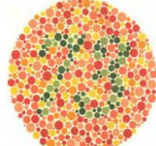
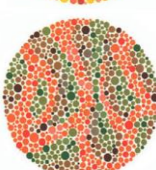
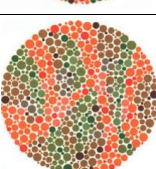

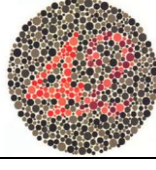
El nombre de làmines varia amb l'edició. Per a l'edició de 38 làmines, de la 1 a la 21 són per a la detecció de Daltonisme, mentre que de la 22 a la 25 són per el diagnòstic diferencial dels tipus de protan i deutan. En l'edició de 24, les làmines 2 a 14 son per al cribratge i les 15,16 i 17 per al diagnòstic. El test no proporciona cap full de registre. A l'edició de 38 làmines, quatre errors o menys és normal; més és deficient. En la versió abreujada (24 làmines), es considera normal dos o menys errors (Miyara, 2008).

El manteniment d'aquest test és molt important per donar validesa als resultats. Si el conjunt es manté tancat quan no estigui en ús i si les plaques no es toquen amb els dits, serà vàlid indefinidament (Lakowski, 1969).

El pacient ha de realitzar la prova amb la seva prescripció habitual. És de gran importància que el test estigui uniformement il·luminat amb llum natural i col·locat a 75 cm de forma perpendicular a la línia visual. La il·luminació sota la qual es realitza el test pot ser la major font d'error, ja que la percepció del color varia segons la font de llum utilitzada. (Birch, 1993). És recomanable que l'àrea del test estigui il·luminada amb llum natural o D65, sense que es tracti de llum solar directa. Si no és possible, es pot utilitzar alguna mena d'il·luminació artificial que ho simuli, ja que s'ha comprovat que aquest tipus de làmines pseudoisocromàtiques poden donar resultats acceptables en condicions d'il·luminació poc desitjables (Cole, 2007).

Aquí es mostra un exemple del que veu una persona sense alteracions cromàtiques comparat amb una persona amb Daltonisme mitjançant el test d'Ishihara de 24 làmines (làmines numèriques):

LÀMINES	Visió tricròmata normal	Deficiència verd-vermell
	12	12
	8	3
	6	5
	5	2
	3	5
	15	17
	74	21
	6	La majoria no pot discriminar cap número
	45	La majoria no pot discriminar cap número
	5	La majoria no pot discriminar cap número

	7	La majoria no pot discriminar cap número
	16	La majoria no pot discriminar cap número
	73	La majoria no pot discriminar cap número
	Cap número	5
	Cap número	45
	26	Protanòmals: 6 Deuteranòmals: 2
	42	Protanòmals: 2 Deuteranòmals: 4

Taula 1. Resultats Test d'Ishihara (Miyara, 2008)

Diversos autors han presentat dades que comparen el Test d'Ishihara amb l'anomaloscopi. Els seus valors d'eficàcia per al cribratge són uniformement alts: l'Ishihara es considera una de les millors proves de detecció. A més es molt útil per a una detecció ràpida i senzilla del defecte verd-vermell proporcionant un diagnòstic diferencial dels defectes protan i deutan (Chapanis,1948,1949; Pickford i Lakowski ,1960; Crone,1961; Katavisto, 1961; Hansen, 1963; Verriest ,1968; Taylor, 1970; Verriest, 1978).

2. Test d'ordenació

El test d'ordenació es tracta d'una prova senzilla en la qual s'avalua la discriminació cromàtica. El pacient ha de disposar d'un conjunt de mostres acolorides i ha de ordenar-les segons un determinat criteri, per exemple, ordenar-les per tons o per colors. És tracta d'una

prova més difícil que el Test d'Ishihara, pel que no és recomana en infants, però també presenta major capacitat diagnòstica.

Aquests tests s'utilitzen pel diagnòstic precoç de patologies. Precisaràn test molt sensibles que, per una part, permetin detectar petites desviacions respecte la visió del color normal, i per altra permetin discriminar entre els diferents graus d'alteració. Aquests tests proporcionen molta informació, però es tracta de tests força llargs i complicats i per això no es fan servir habitualment.

Entre els diferents test d'ordenació, el més sensible es el Farnsworth-Munsell de 100 tons (FM100-H) (Pokorny et al, 1981).



Figura 3. Farnsworth-Munsell de 100 tons

3. Proves de coincidència de colors ("Matching test")

Es tracta d'una prova on l'observador ha d'ajustar dos colors fins a igualar-los o escollir entre diverses opcions, amb el mateix color que se li presenta.

L'anomaloscopi és l'instrument estàndard per a aquest diagnòstic, el més conegut és el Anomaloscopi de Nagel, encara que no sol ser utilitzat en un entorn clínic ja que és requereix un bon manteniment i calibratge i és costós. Permet detectar anomalies cromàtiques vermell-verd. L'instrument consisteix en un cercle dividit en dos porcions, superior i inferior, on es mostra una radiació groga de 590 nm i l'altre és una barreja de vermell (670 nm) i verd (546 nm) amb mateixa luminància. El subjecte ha d'igualar el dos semicamps fins que presentin un to uniforme.

Pot ser utilitzat per diferències deficiències protan i deutan: els protanòmals utilitzaran més vermell en la seva barreja i el deuteranòmals més verd que el tricròmats normals (Birch, 1982).

Models més recents, com l'anomaloscopi Oculus, poden requerir menys manteniment, i permetre la comprovació de defectes blau-groc (Birch, 2001).



Figura 4. Anomaloscopi de Nagel

4. Proves de denominació

L'observador ha de nombrar correctament el color i/o respondre amb una acció apropiada sense necessitat de nombrar el color. Un exemple seria la llanterna de Farnsworth. Es basa en un receptacle del tipus llanterna que conté un conjunt de filtres de color que produeix l'efecte dels colors dels senyals, els quals han de ser identificats pel pacient. S'utilitza sobretot en proves per accedir a diverses professions, com ara mariners, militars, etc. (Dain, 2004).



Figura 5. Llanterna de Farnsworth

2. OBJECTIU

L'objectiu principal d'aquest treball és validar 2 qüestionaris; un per escoles i un altre per les famílies, que serveixi per la detecció precoç de discromatòpsies en infants.

2.1. OBJECTIUS ESPECÍFICS

- Recollir dades de les respostes obtingudes durant un cribratge de la Visió del Color, mitjançant el test d'Ishihara, en escolars de 4 a 6 anys (a P-5 i 1r) de 5 escoles.
- Calcular la prevalença dels defectes de la visió del color a partir de les dades anteriors.
- Comparar els resultats obtinguts segons l'edat.
- Contrastar els resultats obtinguts en la nostra mostra amb els resultats publicats en la literatura prèvia.
- Estudiar l'adequació de cadascuna de les làmines del Test d'Ishihara emprades. Determinar quines són les làmines més errades pels subjectes.
- Dissenyar i validar un qüestionari per als mestres i famílies de d'infants daltònics amb l'objectiu d'obtenir una detecció més primerenca.
- Valorar quines són les qüestions més diferencials que serveixin per a detectar problemes cromàtics.
- Entrevistar pares i mares de fills amb anomalies cromàtiques, per identificar comportaments habituals i característics dels infants que pateixen una discromatòpsia que amb l'objectiu d'utilitzar les seves experiències per millorar el qüestionari.

3. METODOLOGIA

En aquest apartat s'explica l'organització per realitzar aquest treball: es descriurà la mostra seleccionada, el material i instruments necessaris per la part experimental, els principis ètics i socials que han de seguir-se i el protocol de mesura utilitzat.

3.1. SELECCIÓ DE LA MOSTRA

La mostra seleccionada per realitzar aquest treball van ser escolars de 4 a 6 anys (P-5 i 1r) de les següents 5 escoles de Barcelona:

- Escola Pare Poveda (Barcelona). Escola pública de dues línies.
- Escola Barrufet (Barcelona). Escola pública de dues línies.
- Col·legi Pare Enric d'Ossó (Hospitalet de Llobregat, Barcelona). Escola concertada de dues línies.
- Escola Jaume Balmes (Hospitalet de Llobregat, Barcelona). Escola concertada d'una línia.
- Escola La Marina (Hospitalet de Llobregat, Barcelona). Escola pública de dues línies.

Primerament, es va contactar amb els corresponents directors, per tal de facilitar-nos l'accés a l'escola. Després s'entregava una autorització informativa als pares i mares dels alumnes perquè donessin el consentiment per avaluar la visió del color dels seus fills/es mitjançant el Test d'Ishihara.

3.2. MATERIAL

El material utilitzat per detectar l'existència o no d'anomalies de la visió del color en els tres grups d'edat avaluats durant el treball de camp va ser el Test d'Ishihara de 24 làmines. Es va tenir en compte el criteri de passa/falla de 3 errors (Miyara, 2008). No hem d'oblidar que al treballar amb preescolars ens arrisquem a presentar resultats amb un alt nombre de falsos positius durant el cribratge, per manca d'atenció o col·laboració, vergonya, poca concentració etc.

3.3. PROTOCOL DE MESURA

La prova es va realitzar a cada escola. Es va escollir un aula que estigués il·luminada amb llum natural (sense ser directa) sense necessitat d'utilitzar llum artificial.

La prova es feia individualment i binocularment, ja que l'avaluació és per detectar defectes congènits. Primer es mostrava la làmina introductòria del Test d'Ishihara i s'explicava el que havia de fer. Seguidament, es mostraven la resta de làmines per avaluar la presència o no de deficiències de la visió del color. El nen/a havia de dir el número que veia (si en veia algun) en un temps màxim de 5 segons per làmina (Balasundaram, 2006). Es van passar totes les làmines, des de les primeres amb nombres, fins les últimes encarregades de determinar si el problema

és protan o deutan. En el cas que el nen desconegués els nombres, se li mostraven les làmines amb camins. Els resultats eren apuntats en un document en taula, on s'indicava el nom de l'alumne, i, en el cas d'haver realitzat alguna errada en la identificació dels nombres de les làmines del test, s'apuntava el nombre d'errors realitzats i quines havien estat les làmines que s'havien fallat. D'aquesta manera, es recollien totes les dades necessàries per analitzar-les i comparar-ho amb els resultats dels qüestionaris.

3.4. QÜESTIONARIS I ENTREVISTES

En la segona part de la metodologia i amb l'objectiu d'obtenir més informació sobre les activitats i comportaments que presenten els infants que pateixen anomalies de la visió del color per així poder detectar-los aviat, s'ha entrevistat mitjançant un qüestionari al professorat i als pares i mares de les cinc escoles esmentades anteriorment.

Per tal de millorar aquesta enquesta, es van realitzar entrevistes personalitzades als pares i mares del alumnes que tenien una deficiència en la visió del color segons el criteri passa/falla. Les respostes de les entrevistes ens serveixen per l'elaboració d'una futura enquesta amb preguntes tancades per tal de poder ser utilitzat com a eina de sospita d'algun tipus de discromatòpsia.

L'enquesta adreçada als **professors** va ser la següent:

1. **Creus que l'alumne fa un ús inapropiat dels colors quan pinta o dibuixa? (Exemple: No pinta els objectes pel seu color, no sol utilitzar molta varietat de colors, només alguns etc.).**
 - Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 - No ho se

2. **Sol equivocar-se en activitats on el color és important per ordenar o classificar? (Dividir objectes per color, pintar les figures que siguin idèntiques amb el mateix color, com els triangles en vermell i els quadrats en verd...)**
 - Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 - No ho se

3. **S'equivoca en demanar-li, per exemple, "porta'm la llibreta vermella"?**
 - Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 - No ho se

4. **Té dificultats en activitats de memòria o de seguir una llegenda o patró? (Jocs com el "Memory" o "On està Wally?")**

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

5. Notes que copia dels companys en situacions on s'ha d'utilitzar colors?

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

6. Creus que té alguna dificultat per distingir els colors de la tardor?

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

7. Sap identificar correctament el menjar, com les fruites i verdures o les salses als llibres?

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

8. Pot citar algun comportament que l'hagi cridat l'atenció en ell/a o que no s'esmentés al qüestionari i ho vulgui comentar (Pregunta oberta).

I la dels pares i mares:

1. Creus que el seu fill/a fa un ús inapropiat dels colors quan pinta o dibuixa? (Exemple: No pinta els objectes pel seu color, no sol utilitzar molta varietat de colors, només alguns etc.).

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

2. Li agrada participar en activitats on el color és important per ordenar o classificar? (Jocs com el "Lince" o el "Veo,veo").

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

3. Té dificultats en activitats de memòria o de seguir una llegenda o patró? (Jocs com el "Memory" o "On està Wally?").

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

4. Trobeu que el vostre fill/a té dificultats per distingir els colors de la tardor?

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

5. Sap identificar correctament el menjar, com les fruites i verdures o les salses?

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

6. Noteu algun comportament estrany amb els aliments? (Els toca molt, no els identifica bé als llibres etc.).

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

7. En el dia a dia, trobeu que té dificultats per escollir roba per ell/a mateix? S'equivoca quan li demaneu, per exemple, "porta'm la samarreta vermella"?

- Mai Quasi mai De vegades Amb una certa freqüència Gairebé sempre
 No ho se

8. Podeu citar algun comportament que os hagi cridat l'atenció o que no s'esmentés al qüestionari i voleu comentar (Pregunta oberta). Per exemple, trobeu que discrimina millor els objectes a les imatges en blanc i negre o em mode sèpia...



3.5. ANÀLISI DE DADES

Les dades han estat tractades i analitzades, segons els objectius de l'estudi, mitjançant el programa informàtic Microsoft Excel.

4. RESULTATS

En aquest apartat es mostren els resultats obtinguts a partir de l'anàlisi de les dades obtingudes en els cribratges de la visió del color realitzats en funció dels objectius del treball.

Es van avaluar 405 infants en total, dels quals 183 eren nenes (45.19%) i 222 nens (54.81%), corresponents als nivells de P-5 i 1r de Primària.

	♀	♂
P-5	87 (21.48%)	115 (28.39%)
1r	96 (23.70%)	107 (26.42%)

Taula 2. Percentatge de nens examinats segons el sexe en una població de 405 escolars de entre 4 i 6 anys (P-% i 1r de Primària)

4.1. PREVALENÇA D'ANOMALIES CROMÀTIQUES

A continuació és mostra una taula resum i les gràfiques amb el percentatge d'escolars que no han passat el test de Visió del color Ishihara segons el criteri passa/falla establert (falla \geq 3 làmines), de cada escola.

	PASSA (%)	FALLA (%)
INFANTS TOTALS	7.4	92.6

Taula 3. Percentatges del cribratge realitzat a la mostra

	P-5		1r	
	PASSA (%)	FALLA (%)	PASSA (%)	FALLA (%)
Nens	93.24	6.76	95.7	4.93
Nenes	99.01	0.99	98.03	1.97

Taula 4. Percentatges del cribratge realitzat a la mostra dividits per edat i sexe



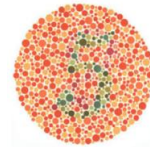
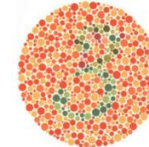
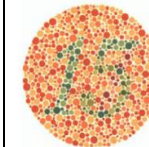
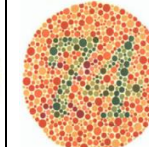
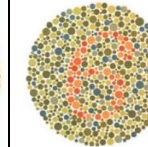
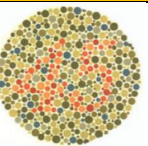
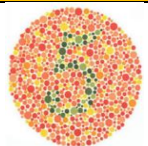
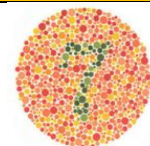
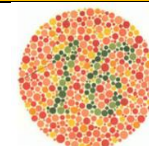
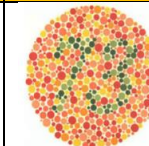
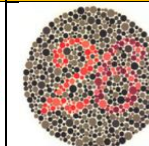
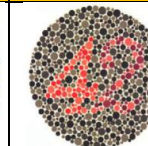
	P5 (Preescolars 5 anys)		1r primària	
	PASSA (%)	FALLA (%)	PASSA (%)	FALLA (%)
Escola Pare Poveda	91.48	8.51	93.33	6.66
Col·legi Pare Enric d'Ossó	79.6	20.4	94.12	5.88
Escola Jaume Balmes	100	0	70.83	29.16
Escola Barrufet	95.65	4.34	100	0
Escola La Marina	100	0	97.36	2.63

Taula 5. Percentatges del cribatge realitzat a la mostra dividits per escoles



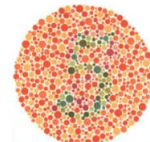
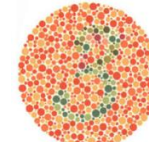
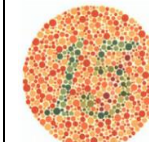
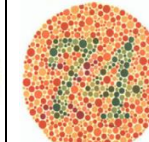
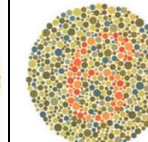
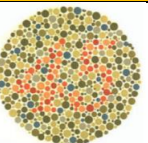
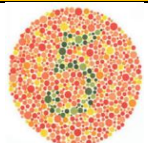
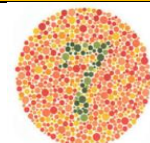
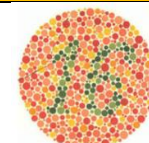
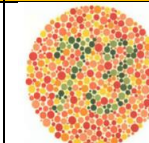
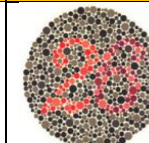
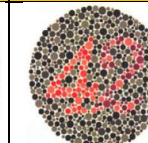
4.2. ADEQUACIÓ LÀMINES TEST ISHIHARA

A mida que es van realitzar les proves, es va poder observar que no totes les làmines eren fallades en la mateixa proporció. Mentre unes làmines eren quasi sempre distingides sense cap problema, altres eren fallades per un nombre molt elevat de la mostra. Aquest fet ens indica que el disseny d'algunes làmines és responsable de l'inesperat nombre d'errors que cometien alguns observadors sense que tinguin cap mena de discromatòpsia.



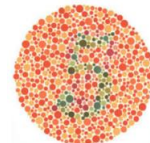
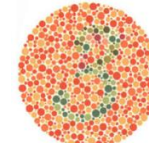
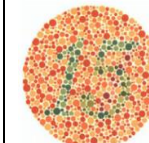
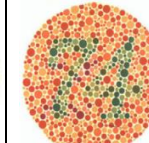
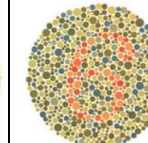
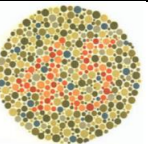
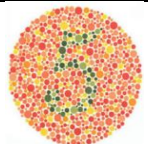
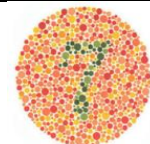
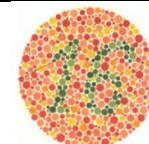
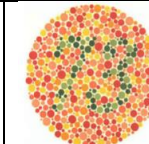
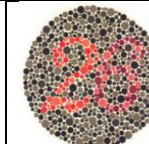
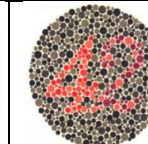
A les taules següents resumeixen el percentatge d'errors comesos en cada làmina en funció de l'edat (P-5 i 1r) i la existència d'anomalia cromàtica.

Percentatge d'errors pels alumnes que passen el Test de Ishihara de P-5						
Làmina 1	Làmina 2	Làmina 3	Làmina 4	Làmina 5	Làmina 6	Làmina 7
						
0%	14.20%	0%	7.10%	0%	12.56%	1.63%
Làmina 8	Làmina 9	Làmina 10	Làmina 11	Làmina 12	Làmina 13	Làmina 14
						
0.54%	0.54%	0%	1.09%	3.27%	2.18%	0%


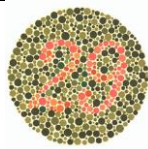
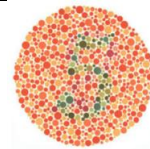
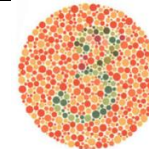
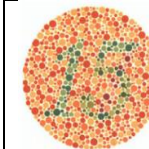
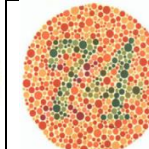
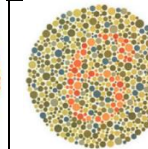
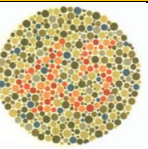
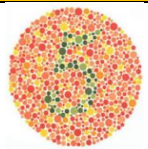
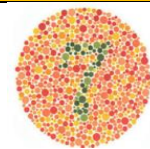
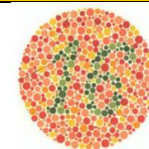
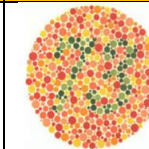
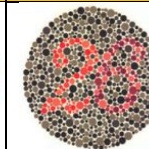
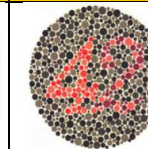
Taula 6. Percentatge d'errors en els alumnes no anòmals de P-5

Percentatge d'errors pels alumnes que fallen el Test de Ishihara de P-5						
Làmina 1	Làmina 2	Làmina 3	Làmina 4	Làmina 5	Làmina 6	Làmina 7
						
37.5%	62.50%	43.75%	56.25%	50%	50%	43.75%
Làmina 8	Làmina 9	Làmina 10	Làmina 11	Làmina 12	Làmina 13	Làmina 14
						
43.75%	43.75%	43.75%	50%	62.50%	56.25%	43.75%

Taula 7. Percentatge d'errors en els alumnes anòmals de P-5

Percentatge d'errors pels alumnes que passen el Test de Ishihara de 1r						
Làmina 1	Làmina 2	Làmina 3	Làmina 4	Làmina 5	Làmina 6	Làmina 7
						
1.60%	6.91%	0%	7.97%	0.53%	4.78%	1.06%
Làmina 8	Làmina 9	Làmina 10	Làmina 11	Làmina 12	Làmina 13	Làmina 14
						
3.19%	0%	0%	1.06%	7.44%	1.60%	0%

Taula 8. Percentatge d'errors en els alumnes no anòmals de 1r

Percentatge d'errors pels alumnes que fallen el Test de Ishihara de 1r						
Làmina 1	Làmina 2	Làmina 3	Làmina 4	Làmina 5	Làmina 6	Làmina 7
						
21.43%	50%	21.43%	50%	35.74%	64.29%	21.43%
Làmina 8	Làmina 9	Làmina 10	Làmina 11	Làmina 12	Làmina 13	Làmina 14
						
50%	21.43%	21.43%	21.43%	21.43%	21.43%	21.43%

Taula 9. Percentatge d'errors en els alumnes anòmals de 1r

En conjunt, la làmina més fallada en tots el grups és la làmina 2 (29).

Els alumnes que passen el Test de Ishihara de P-5 presenten un percentatge d'error elevat a la làmina 2 (29) i 6 (74) i els alumnes de 1r a la làmina 2 (29), amb un percentatge inferior al de P-5, i 12 (73).

Els alumnes de P-5 que tenen una discromatòpsia presenten una predominança d'error a la làmina 2 (29) i 12 (73). Per part dels alumnes de 1r, també tendeixen a fallar la làmina 2, encara que amb un nombre menys elevat que en el grup de P-5, a més de les làmines 6 (74) i 8 (45).

4.3. RESULTAT DE LA SENSIBILITAT DELS QÜESTIONARIS DELS TUTOR/ES

Per una altra banda, com ja s'ha esmentat abans, es van entregar uns qüestionaris (veure secció 3.4) tant a tutors/es de les respectives classes, com als pares/mares dels nens que es van examinar. Un cop fet el Test de la Visió del color es van classificar els nens en anòmals o no anòmals per la visió cromàtica i es van comparar els resultats amb les respostes dels qüestionaris.

El qüestionari consta de 6 respostes (Mai, quasi mai, de vegades, amb certa freqüència, gairebé sempre, no ho sé). Primer es mostrarà la mitjana de respostes de totes les escoles, per part dels mestres, i a continuació s'especificaran les de cada escola.

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} Resposta General de totes les escoles	1.1	1.06	1.02	1.04	1.08	1.03	4.98

Taula 10. Mitjana de respostes dels tutors/es de totes les escoles al qüestionari

❖ Escola Poveda

P-5 anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	2	1.5	1	1.5	2.5	1	5
P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.13	1.06	1.02	1.08	1.13	1	4.98

Taula 11. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de P-5

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.33	1.66	1	2	2	1	4.98
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.07	1	1	1	1.07	1.14	5

Taula 12. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de 1r

❖ Col·legi Pare Enric d'Ossó:

P-5 anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	2.2	1.7	1.4	1.6	2.2	1.6	4.9
P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.07	1.03	1	1.05	1.10	1	5

Taula 13. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de P-5

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	3.33	2.67	1	1.67	2.33	1	4.33
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.30	1.08	1	1	1.06	1.15	5

Taula 14. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de P-5

❖ Escola Jaume Balmes:

P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1	1.09	1.14	1.05	1	1	4.95

Taula 15. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de P-5

No es van trobar resultats anòmals al grup de P-5 de l'escola Jaume Balmes.

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.86	2.71	2	2.14	1.58	1.29	5
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1	1.22	1	1.06	1.06	1	5

Taula 16. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de 1r

❖ Escola Barrufet:

P-5 anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.5	1	1	1.5	1.5	1	5
P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.05	1	1	1	1.05	1	5

Taula 17. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de P-5

1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.02	1.04	1	1.08	1.13	1	5

Taula 18. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de 1r

No es van trobar resultats anòmals al grup de 1r de l'escola Barrufet.

❖ Escola La Marina:

P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.17	1.09	1.07	1.03	1.71	1	5

Taula 19. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de 1r

No es van trobar resultats anòmals al grup de P-5 de l'escola Jaume Balmes.

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	2	3	3	4	5	2	5
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} respostes tutors	1.13	1.02	1	1.13	1.11	1	5

Taula 20. Mitjana de respostes del qüestionari dels tutors/es de 1r

4.4. RESULTAT DE LA SENSIBILITAT DELS QÜESTIONARIS DELS PARES/MARES

Per últim, es mostren la mitjana de respostes dels pares/mares al seu qüestionari. Primer, com que abans, s'exposa la mitjana general de respostes de tots els pares de les 5 escoles al qüestionari després, de manera específica, la mitjana de cada escola per separat.

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} Resposta General de totes les escoles	1.53	4.31	1.9	1.35	4.98	1.31	1.24

Taula 21. Mitjana de respostes dels pares/mares de totes les escoles al qüestionari

❖ Escola Pare Poveda:

P-5 anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	2.13	3.03	1.76	1.67	4.30	1.34	1.5
P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.53	4.67	1.6	1	4.73	1.4	1

Taula 22. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de P-5

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	2	4	1	1	3.5	1.5	1.5
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.46	4.35	1.92	1.12	4.92	1.15	1.70

Taula 23. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de 1r

❖ Col·legi Pare Enric d'Ossó:

P-5 anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.78	4.11	1.78	1.44	4.33	1.33	1.56
P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.67	4.30	1.54	1.3	4.91	1.42	1.25

Taula 24. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de P-5

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	2.67	3.33	2.33	2.67	5	2	1.67
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.54	4.60	1.5	1.25	4.90	1.35	1.17

Taula 25. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de 1r

❖ Escola Jaume Balmes:

P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1	4.82	1.14	1.04	5	1	1.05

Taula 26. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de P-5

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.86	3	3.86	2.14	4.71	1.29	1.29
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1	2.17	3.61	1.06	5	1	1.057

Taula 27. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de 1r

❖ Escola Barrufet:

P-5 anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	3	3.5	3	2	5	2	2
P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7

\bar{X} de respostes pares	1.65	4.36	2.15	1.7	4.88	1.23	1.11
------------------------------	------	------	------	-----	------	------	------

Taula 28. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de P-5

1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.42	4.33	1.67	1.04	5	1.45	1

Taula 29. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de 1r

❖ Escola La Marina:

P-5 no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.84	4.52	1.84	2.05	5	1.47	1.53

Taula 30. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de P-5

1r anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	3	1	5	3	3	4	3
1r no anòmals	Preguntes						
	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} de respostes pares	1.71	4.43	1.79	1.54	4.96	1.40	1.36

Taula 31. Mitjana de respostes del qüestionari dels pares/mares de 1r

4.5. SENSIBILITAT I ESPECIFICITAT DELS QÜESTIONARIS

La validesa del qüestionari dependrà de la seva capacitat per detectar correctament la presència o absència de l'anomalia, el que s'expressa matemàticament amb els valors de *sensibilitat* i *especificitat*.

Aquests valors s'obtenen a partir de l'anàlisi de la prova diagnòstica (Test d'Ishihara), que classificarà la mostra com anòmal o no anòmal, i els compararà amb els resultats de la prova complementària (Qüestionaris). Els resultats obtinguts s'expressaran en una taula de contingència.

La sensibilitat d'un prova és la probabilitat de classificar correctament una persona amb l'anomalia, és a dir, la probabilitat que un subjecte amb l'anomalia no passi la prova.

$$\text{Sensibilitat} = \frac{\text{Veritables positius}}{\text{Veritables positius} + \text{Falsos negatius}}$$

- Veritables positius (VP): diagnòstic positiu i anomalia present.
- Falsos negatius (FN): diagnòstic negatiu i anomalia present.

El valor que pot assumir la sensibilitat varia del 0 al 1 (100%), és a dir, quant més alt és el valor, hi ha més capacitat en la detecció de persones anòmales per mitjà de la prova. Una sensibilitat baixa produeix pèrdua de casos positius, passant daltònics com a persones sense anomalia cromàtica.

L'especificitat d'una prova és la probabilitat de classificar correctament a una persona amb una visió cromàtica normal, és a dir, la probabilitat que aquestes persones passin la prova.

$$\text{Especificitat} = \frac{\text{Veritables negatius}}{\text{Veritables negatius} + \text{Falsos positius}}$$

- Veritables negatius (VN): diagnòstic negatiu i anomalia absent.
- Falsos positius (FP): diagnòstic positiu i anomalia absent.

De la mateixa manera, el valor de l'especificitat varia del 0 al 1 (100%), el que significa que quant major sigui el valor, major és la capacitat de detectar subjectes sense alteracions.

Els criteris utilitzats de passa/falla són:

- Per part del Test d'Ishihara, classificaríem com a infant amb anomalia cromàtica aquell que fallés 3 làmines o més.
- Als qüestionaris, es considera que no passa el test quan es troben 2 o més preguntes fallades (es considera una pregunta fallada a partir de la resposta "A vegades").

Qüestionari Tutors	Problema visual	
	Existeix	No existeix
Passa	30 (FN)	371 (VN)
No passa	0 (VP)	4 (FP)

Taula 32. Taula de contingència per analitzar la relació entre l'existència de discromatòpsia, segons el Test d'Ishihara i els resultats del qüestionari a mestres

Observem que existeixen 30 escolars amb discromatòpsia que passen el qüestionari i 4 alumnes no anòmals que no el passen.

Sensibilitat qüestionari **tutors**: 0

Especificitat qüestionari **tutors**: 0.98

Qüestionari Pares/Mares	Problema visual	
	Existeix	No existeix
Passa	23 (FN)	366 (VN)
No passa	7 (VP)	9 (FP)

Taula 33. Taula de contingència per analitzar la relació entre l'existència de discromatòpsia, segons el Test d'Ishihara i els resultats del qüestionari a pares i mares



Observem que existeixen 23 escolars amb discromatòpsia que passen el qüestionari, 7 que no el passen i 9 alumnes no anòmals que tampoc el passen.

Sensibilitat qüestionari **pares/mares**: 0.23

Especificitat qüestionari **pares/mares**: 0.97

5. DISCUSSIÓ

En aquest apartat es comentaran i es compararan els resultats exposats a l'apartat anterior del treball. A més, es contrastaran amb estudis realitzats anteriorment.

5.1. PREVALENÇA D'ANOMALIES CROMÀTIQUES

La prevalença d'anomalies cromàtiques segons els resultats obtinguts en aquest estudi és de 5,92% en nens (♂) i 1,23% en nenes (♀). Aquestes dades no contrasten molt amb els resultats que reporten la majoria d'estudis publicats, els quals coincideixen dient que la incidència és del 8% en homes i del 0,5% en dones (Birch, 2014; Nathans, 1986). La prevalença de la nostra mostra és una mica més de la meitat respecte el 8% que molts autors defensen en el cas dels homes, i, en el cas de les dones, el valor de 1,23% és bastant major respecte el 0,5% esperat.

La prevalença d'anomalies cromàtiques en infants amb el Test d'Ishihara, oscil·la entre el 3,6% en nens i del 0,1% en nenes (Cosstick, 2005). Un altre estudi sobre la prevalença de discromatòpsia congènita amb el test d'Ishihara, publicat al *Jornal de Pediatria*, va trobar un 2.6% en nens i 0.9% en nenes (Martins et al., 2001). Aquests darrers resultats, s'assemblen força més als obtinguts en els nostres cribratges en el cas del sexe masculí. En canvi, els resultats del sexe femení es continua allunyant dels obtinguts per altres autors.

La naturalesa d'aquestes diferències en la incidència de Deficiències de Visió del Color entre els nostres resultats i els resultats dels articles científics (Cosstick, 2005; Martins et al., 2001) que s'han consultat, pot ser deguda a les següents raons:

- Nombre de la mostra examinada inferior respecte altres estudis. Com més àmplia és la mostra, més fiable és el resultat. En aquest estudi s'han avaluat 222 homes i 183 dones, això pot haver suposat una limitació a l'hora d'aconseguir uns resultats més semblants als esperats.
- Al tractar-se d'un cribratge, no s'ha realitzat el Test d'Ishihara al complet, en aquest estudi hem utilitzat la versió reduïda de 24 làmines.

5.2. PREVALENÇA D'ERRORS SEGONS LA LÀMINA DEL TEST D'ISHIHARA

De les 405 infants que van passar el test, el 35.55% van cometre alguna mena d'error. Aquest valor és bastant alt, el que ens fa pensar que tot i tenir una visió normal dels colors, existeix algun motiu que provoca als tricròmats normals cometre errades per confusió a l'hora de realitzar el Test d'Ishihara.

Tot seguit s'analitzarà si hi ha alguna làmina o algunes làmines que siguin especialment més fallades que altres i si coincideixen entre els diferents grups.

Si ens fixem en les Taules 4 i 6, la làmina més fallada per el grup no anòmal de P-5, amb un 13.06% és la làmina 2 que representa el número 29. La làmina més fallada en el grup de 1r és la làmina 12 que representa el número 73, amb un 7,44%.

Tot i que s'han realitzat diversos estudis sobre prevalença dels errors més freqüents en les làmines del Test d'Ishihara, Cosstick va ser pioner en analitzar les respostes produïdes per la confusió del nombre representat. Amb la utilització del test de 24 làmines, va reportar que la làmina número 3 (representa el número 29) i la 7 (representant el número 3) eren especialment més fallades; i, que el número 29 era llegida com a 20 per el 48,4% de la població examinada (Cosstick, 2005). Corrobora en els nostres resultats.

Les làmines més errades en el cas dels alumnes anòmals, van ser:

- Pel grup de P-5, la làmina 2 que representa el 29 (62,50%) i 73 (62,50%).
- Pel grup de 1r, la làmina 6 que representa el 74 (64,29%), molt seguida de la làmina 2 i 8 que representa el 29 i el 45 (50%).

Per tant, es pot observar que la làmina que representa el número 29 es tracta d'una làmina que ocasiona molta confusió.

La prevalença d'errors major en algunes làmines respecte altres pot estar relacionat amb el disseny d'escriptura del nombre. Alguns articles tenen la teoria que les confusions poden ser degudes a què en el Test d'Ishihara, els nombres són molt arrodonits. Per exemple, els números 3, 5 i 8, difereixen els uns dels altres per només dos punts en les làmines, donant lloc a errors per confusió per part dels pacients (Cosstick, 2005).

5.3. SENSIBILITAT DELS QÜESTIONARIS DELS TUTORS

Com es pot observar, el qüestionari no és gens sensible per diferenciar infants amb discromatòpsies o sense, ja que la diferència de mitjana de respostes dels alumnes anòmals és molt similar a la dels no anòmals.

- En l'escola Pare Poveda, a P-5 els mestres responen de forma molt similar en el alumnes amb anomalies cromàtiques que els que no tenen. No obstant, hi ha dos preguntes més sensibles, són la primera i la cinquena:
 - *Creus que l'alumne fa un ús inapropiat dels colors quan pinta o dibuixa? (Exemple: No pinta els objectes pel seu color, no sol utilitzar molta varietat de colors, només alguns etc.).*
 - *Sap identificar correctament el menjar, com les fruites i verdures o les salses?*

La diferència entre alumnes anòmals i no anòmals és major en alumnes de 1r que de P-5 (segons la mitjana).

- A l'escola Pare Enric d'Ossò, surten un resultat molt similars a l'escola anterior; obtenint respostes molt similars entre el grup anòmal i no anòmal, exceptuant les preguntes 1 i 5 que surten una mica diferents, sobre tot en el grup de 1r.
- A l'escola Jaume Balmes, les preguntes més sensibles a l'hora de discriminar entre el grup anòmal i no anòmal són les preguntes 1 i 5 (com a l'escoles anteriors) a més de la 2, 3 i 4.
 - Sol equivocar-se en activitats on el color és important per ordenar o classificar? (Dividir objectes per color, pintar les figures que siguin idèntiques amb el mateix color, com els triangles en vermell i els quadrats en verd...)
 - S'equivoca en demanar-li, per exemple, "porta'm la llibreta vermella"?
 - Té dificultats en activitats de memòria o de seguir una llegenda o patró? (Jocs com el "Memory" o "On està Wally?")
- A l'escola Barrufet, no surten preguntes sensibles a la distinció entre infants amb anomalies cromàtiques i el que no presenten.
- A l'escola La Marina és on detecten respostes més discrepants en totes les preguntes del qüestionari, excepte la pregunta 5 que surt la mateixa mitjana en alumnes anòmals i no anòmals.

La **resposta ideal** al qüestionari dels tutors/es seria:

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7
Resposta	1	1	1	1	1	1	5

Taula 34. Respostes ideals al qüestionari dels tutors/es

I la mitjana de respostes, per part dels tutors/es de totes les escoles, han sigut:

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} Resposta	1.1	1.06	1.02	1.04	1.08	1.03	4.98

Taula 35. Mitjana de respostes dels tutors/es de totes les escoles al qüestionari

Com es pot observar, no hi ha cap pregunta que sigui suficientment sensible per destacar-la com a discriminatòria per la detecció d'anomalies cromàtiques.

5.4. SENSIBILITAT DELS QÜESTIONARIS DEL PARES/MARES

Les respostes als qüestionaris per part dels pares i mares han sigut més distingides entre els dos grups, això pot ser perquè els pares es fixen més en el comportament dels seus fills, mentre que a l'escola han d'estar pendents de molts infants, pel que poden passar certs aspectes desapercebuts.

- A l'escola Pare Poveda les preguntes que s'obté més diferència en la resposta és la 2 (per part de P-5) i la 3 i la 5 (per part de 1r).
- A l'escola Pare d'Enric d'Ossò, al grup de P-5 és on surt menys diferències en la mitjana de respostes en ambdós. A 1r ja es veu una mica la distinció de respostes, excepte en les preguntes 5 i 7 que són bastant similars.
- A l'escola Jaume Balmes, surt sobretot una diferència bastant gran a les preguntes 1,2 i 4.
- A l'escola Barrufet surt bastanta diferència en quasi totes les preguntes del qüestionari exceptuant la 4 i la 5.
- A l'escola La Marina és on existeix una mitjana de respostes més diferencials entre els dos grups.

La resposta ideal al qüestionaris dels pares/mares seria:

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7
Resposta	1	5	1	1	5	1	1

Taula 36. Respostes ideals al qüestionari dels pares/mares

I la mitjana de respostes, per part dels tutors/es de totes les escoles, han sigut:

Pregunta	1	2	3	4	5	6	7
\bar{X} Resposta	1.53	4.31	1.9	1.35	4.98	1.31	1.24

Taula 37. Mitjana de respostes del tots els pares/mares al qüestionari

En aquest qüestionari les preguntes que ofereixen més discriminació pels diferents grups són: la 1, la 2 i la 3.

5.5. SENSIBILITAT I ESPECIFICITAT DELS QÜESTIONARIS

Com es veu als resultats, ambdós qüestionaris resulten ser més específics que sensibles, sobre tot, en el cas del qüestionari dels tutors. Sabem, llavors, que el test tindrà validesa per diagnosticar persones sense discromatòpies. No obstant, no serà suficientment sensible per detectar una persona que pateixi alteracions en la visió del color. Interessaria que els qüestionaris sortissin amb major sensibilitat ja que el que es vol és que siguin útils per a la detecció d'infants amb daltonisme.

En el cas del professorat, surt una sensibilitat igual a zero, això vol dir que aquest qüestionari no detectaria a infants daltònics. Pot ser degut a què com han d'estar pendents de tants infants, no puguin estar pendents dels comportaments individuals de cadascú. És cert que no tots tenen el mateix grau de discromatòpia, i quan és lleu els comportaments poden passar desapercibuts. Montanero et al (2001) tampoc no van trobar diferències significatives en comportaments en infants mitjançant un qüestionari entregar al professorat. Existeixen varies explicacions possibles a aquests resultats. No hi ha dubte de que la presència d'anomalies en la visió del color no és tan rellevant per al rendiment escolar com poden ser altres factors visuals. Sí que és veritat que s'utilitzen activitats on s'incorpora el color com a recurs educatiu per aprendre, no obstant, els infants poden desenvolupar estratègies per compensar aquesta desavantatge. Molts d'ells poden discriminar colors memoritzant tons (assignant-los a noms de colors) o associant-los a objectes o formes específiques en els que es solen presentar.

Per l'altre costat, com s'ha vist, el qüestionari dels pares surt una mica més sensible. Això pot ser perquè un pare o mare està més al cas dels comportaments del seu fill. No obstant, pot ser

que no coneguin molt sobre el tema i no els hi cridin l'atenció comportaments anòmals amb els colors, pot ser els associen amb distraccions del infant, falta d'atenció, etc.

En resum:

Encara que es parli de diferències entre la mitjana de respostes dins del grup anòmal i no anòmal, no es pot considerar que la diferència sigui suficient per tal de considerar els qüestionaris com a una bona eina de detecció precoç del Daltonisme. Hi ha escoles on la diferència només es troba en una o dues preguntes.

Es comprova que no hi ha diferències significatives tant si l'escola és pública o concertada, ja que tant en un grup com a l'altre no perceben comportaments diferent dels alumnes amb anomalies cromàtiques dels que no tenen. Es consideren poc destacables les respostes dels tutors sobre els comportaments dels alumnes anòmals, ja que en acabar el cribratge a cada escola s'informava al tutor/a dels alumnes que no havien passat el test i es sorprenien, molts cops ho relacionaven sobre tot amb nens vergonyosos o insegurs. Montanero et al (2001) o Grassivaro (2000) corroboren en els seus estudis aquests comportaments en alumnes amb anomalies cromàtiques. L'escola on més diferències es troba és a La Marina, no obstant, els professors no relacionaven els comportaments d'aquest alumnes amb problemes cromàtics, sinó amb actituds o sentiments (com s'ha esmentat abans).

Gràcies a les entrevistes fetes a pares, he tret en clau que avui en dia no és estrany, per exemple, que un nen pinti un elefant de color rosa, ja que a l'actualitat existeixen molts dibuixos animats que no s'assemblen a la realitat i fomenten la imaginació del nen/a. Relacionat amb el qüestionari, troben que comportaments com no ser participatiu en activitats on el color és important, o jocs de *Memory* depèn molt de l'actitud del nen, i no de si presenta defectes en la visió del color. Més que aquests jocs, una mare va comentar la dificultat que suposava per al seu fill daltònic realitzar puzles.

En defectes cromàtics molt alterats sí que van reportar dificultats per trobar un peça de roba enmig d'un llit desfet o per reconèixer aliments sense tocar-los, per exemple.

També han explicat que els colors de la tardor no els solen diferenciar, no obstant busquen tècniques per poder anomenar-los correctament, a més a l'escola els inculquen molt tots els colors.



És destacable, que més d'una mare amb un fill daltònic va comentar la seva predilecció pel color negre.

En resum, com existeixen diferents graus en les anomalies de la visió del color, no tots els infants tindran els mateixos comportaments; a més, també poden passar desapercebuts pels pares i tutors, considerant-los normals per la seva edat.

6. CONCLUSIONS

S'han dissenyat 2 qüestionaris; un per escoles i un altre per les famílies, per la detecció precoç de discromatòpsies en infants i s'han recollit dades de les respostes obtingudes durant un cribratge de la visió del color, mitjançant el test d'Ishihara, en escolars de 5 a 6 anys (P-5 i 1r de Primària) de 5 escoles.

S'ha obtingut una prevalença dels defectes de la Visió del Color del 5,95% en nens i de l' 1,23% en nenes.

A l'hora de contrastar els resultats obtinguts a la mostra amb els resultats publicats en la literatura prèvia no s'han trobat recerques que hagin tractar el tema de la mateixa manera, però sí que han utilitzat el test d'Ishihara per fer el cribratge. Les seves troballes fan referència a prevalences similars a les obtingudes en aquest treball. Cosstick (2005) va trobar anomalies cromàtiques en infants amb el Test d'Ishihara que oscil·laven entre el 3,6% en nens i del 0,1% en nenes; Martins (2001), entre el 2.6% en nens i 0.9% en nenes.

Pel que fa a l'adequació de les làmines del Test d'Ishihara, s'ha vist que la làmina més errada pels subjectes ha estat la 2 (amb el número 29), molts nens/es deien que posava 20. Cal fer una reflexió entorn la confusió que provocava el número 9 amb el 0 i la possibilitat d'adequar el criteri passa/falla per a una altra investigació.

Els nens, avui, estan acostumats a assignar colors fora de la realitat, això ha provocat que els qüestionaris dissenyat per als mestres i famílies hagin aportat limitacions pel fet que els nens relacionen colors amb dibuixos que a priori semblaria que no haurien de correspondre. En l'actualitat, s'és més permissiu a l'hora de pintar objectes, persones i/o animals en colors diferents de la realitat. Això ha fet que s'introduïssin biaixos en l'elecció de colors.

Altres limitacions han derivat del fet que, per l'edat, els nens no reconeixien els números que sortien en les làmines del test. El problema ja no era pel color, sinó pel número, que no coneixien, i ha pogut crear falsos positius al estudi.

Considero que aquest estudi ha servit per alertar i informar d'aquesta anomalia a pares i docents.

En algun cas, els infants detectats com daltònics eren alumnes que els mestres classificaven com a tímids. Potser són nens acostumats a pensar que el criteri que apliquen no es correspon amb la realitat, i per això participen menys. Cal reflexionar amb l'etiqueta que es posa als nens, car a vegades es pot desconèixer alguna anomalia que tinguin. Pot tractar-se de nens que no presenten un desenvolupament adequat en alguna activitat, i és només perquè no la poden discriminar. Inclús pot conduir a pensar que el nen dubta de les pròpies capacitats, en no poder fer alguna cosa que els seus companys sí que poden fer.



Degut a la facilitat del mètode per diagnosticar-ho (Test d'Ishihara) ,es podria administrar de forma sistemàtica, inclús a la consulta del pediatra. Això evitaria situacions indesitjables i fàcils de prevenir. Si el nen creix sabent a què atribuir la seva diferència, podrà evitar situar-se de manera equivocada en el grup i fer-se falses expectatives.

Per a futures investigacions proposaria investigar de quina manera el fet de ser un daltònic desconegut pot afectar en la creació de la personalitat del nen, pel fet de sentir-se estrany i haver de fabricar recursos per adaptar-se al grup, sense poder entendre per què ell és diferent i no pot assolir els mateixos resultats.

Recomanaria, també, en estudis similars tractar amb infants més grans per tal d'evitar falsos positius pel fet de desconèixer els números.

BIBLIOGRAFIA

1. Goldstein, E. B.(1998). Sensation and Perception, Sixth edition, Wadsworth publishing Company, Belmont, CA.
2. Tanaka, J. W., Weiskopf, D., & Williams, P.(2001). The role of color in highlevel vision. Trends in Cognitive Sciences, 5, 211–215.
3. A. Stockman et al. (1993). Spectral sensitivities of the human cones. J. Opt. Soc. Am., 10, No. 12, 2491–2521.
4. Kandel, E.R., Schwartz, J.H., Jessel, T.M.(1996). Neurociencia y conducta.
5. Kaiser, P.K. and Boynton, R.M.(1996). Human Colour Vision, Second Edition, Optical Society of America, Washington, D.C.
6. Simunovic, M.P. (2010). Colour vision deficiency. Eye ,747-755.
7. M. D. Fairchild. (2013). Color appearance models. USA: John Wiley & Sons.
8. A. Stockman et al. (1993). Spectral sensitivities of the human cones. J. Opt. Soc. Am., 10, No. 12, 2491–2521.
9. Pokorny J, Smith VC, Verriest G, Pinckers AJLG. (1979). Congenital and acquired color vision defects. New York, NY: Grune & Stratton;
10. Martins, G.M., Bordaberry, M. F, Correa, Z., Manica, M.B., Costa, J.C., Telichevesky, N., Marcon, I.M. (2001). Color vision in school.age children: Assessment of a new test. Jornal of Peditria. 0021-7557/01/77-04/327.
11. Díez M A, Capilla P, Luque M J y de Fez M D. (2001). Detection and assessment of color vision anomalies and deficiences in children. Journal Pediatric Ophthalmology an Strabismus.
12. Pokorny et al. (1981). Committee on Vision. Assembly of Behavioral and Social Sciences, National Research Council. Procedures for Testing Color Vision. Report of Working Group 41. Academy Press.
13. National Research Council.(1981). Procedures for Testing Color Vision: Report of Working Group 41. Washington, DC: The National Academies Press.
14. Birch J. (1982). Diagnosis of defective color vision using the Nagel anomaloscope. Docum Ophthal Proc Series 1982; 33:231–5.
15. Birch J. (2001). Diagnosis of defective colour vision. 2nd ed. England: Oxford; Boston: Butterworth-Heinemann;
16. Dain SJ, Honson V, Curtis C. (1993). Suitability of fluorescent tube light sources for the Ishihara test as determined by colorimetric methods. Colour Vision Deficiencies XI. Springer; 1993. p. 327-33.
17. Birch, J. (1993). Diagnosis of Defective Colour Vision.
18. Cole, B. L. (2007). Assessment of inherited colour vision defects in clinical practice. Clinical and Experimental Optometry , 157-175.
19. Lakowski, R. (1969). Theory and practice of colour vision testing. Brit. J. industr. Med., 26, 265-288: A review. Part 2
20. Miyara, E. (2008). Errors reading the Ishihara pseudoisochromatic plates made by observers with normal colour vision. Clin Exp Optom. Mar;91(2):161-5.
21. Simunovic, M.P.(2016). Acquired color vision deficiency. Mar-Apr;61(2):132-55. Balasundaram R, Reddy S C, Prevalence of colour vision deficiency among medical students and health personnel. Malaysian Family Physician, 2006; 1(2&3): 52-53.

22. Benjamin W.J. Borisch's Clinical Refraction, Second edition. 2006. Butterworth-Heinemann an imprint of Elsevier Inc. pp. 289-297.
23. Montanero, M., Diaz, M.F., Pardo, P., Palomino, M.I., Gil, J., Pérez, A., Suero, M.I. (2001). Daltonismo y rendimiento escolar en la educación infantil. *Revista de Educación*. Núm 330, pp. 449-462.
24. Birch, J. (2014). Colour Vision deficiency part 1- an introduction.
25. Cosstick M, Robai D, Rose K. (2005). Numerical confusion errors in Ishihara testing: findings from a population-bases study. *American Journal of Ophtalmology*; 140:154-6.
26. Chapanis A (1948) A comparative study of five tests of color vision. *J Opt Soc Am* 38:626-649.
27. Chapanis A (1949) Diagnosing types of color deficiency by means of pseudo-isochromatic tests. *J Opt Soc Am*39:242-249.
28. Crone RA (1961) Quantitative diagnosis of defective color vision. A comparative evaluation of the Ishihara test, the Farnsworth dichotomous test, and the Hardy-Rand-Rittler polychromatic plates. *Am J Ophthalmol*51:298-305.
29. Pickford RW, Lakowski R (1960) The Pickford-Nicolson anomaloscope for testing and measuring colour sensitivity and colour blindness, and other tests and experiments. *Brit J Physiol Optics* 17:131-150.
30. Hansen E (1963) Factors causing uncertainty when conducting colour discrimination tests. *An Inst Barraquer*4:250-292.
31. Taylor WOG (1970) Screening red-green blindness. Comparative test of Farnsworth's F2 plate in screening congenital red-green blindness. *Ann Ophthalmol* 2:184-194.
32. Verriest G, Caluwaerts MR (1978) An evaluation of three new colour vision tests. *Mod Probl Ophthalmol*19:131-135.
33. Verriest G (1968) Appréciation analytique des efficiences de quelques tests pour le diagnostic des déficiences congénitales de la vision des couleurs. Estratto da: Scritti ur onore del Prof. Luigi Maggiore. Parma, Italy: Maccari Editore, pp. 437-490.
34. Nathans J. The genes for color vision. *Sci Am*. 1989 Feb;260(2):42-9.
35. Nathans, J., Thomas, D., Hogness, D.S. (1986). Molecular genètics of human color vision: the genes ecoding blue, green and red pigments. *Science* Apr 11; 232 (4747): 193-202.
36. Katavisto, M. (1961). Pseudo-isochromatic plates and artificial light. *Acta Oftlamol*. 39: 377-390.
37. Grassivaro Gallo, Panza, P., Risso, D., Lantieri, P.B. (2000). *Aspetti psicologici in a tagarelli (Ed.) Il daltonismo. Una ricerca in Calabria e Basilicata. Aspetti genetici, psicologici e pedagogici*. Cosenza: Publisfera. Pp 121-129.
38. Torrents, A., Bofill, F., Cardona, G. (2011). Suitability of school textbook for 5 to 7 years old children with colour vision deficiències. "Learning and individual differences" Octubre 2011, vol 21, núm 5, P. 607-612.
39. Dain SJ.(2004). Clinical colour vision tests. *Clinical and Experimental Optometry*. 2004;87(4-5):276-93.